

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

RESPUESTA DE VARIEDADES DE ALBAHACA  
(*Ocimum basilicum* L.) A DIFERENTES DENSIDADES  
DE PLANTACIÓN EN LOS YUNGAS DE LA PAZ

Presentado por:

Luis Huito Tarquino

LA PAZ – BOLIVIA

2005

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RESPUESTA DE VARIEDADES DE ALBAHACA  
(*Ocimum basilicum* L.) A DIFERENTES DENSIDADES  
DE PLANTACIÓN EN LOS YUNGAS DE LA PAZ

Tesis de grado para obtener el título de:

LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

Presentado por:

**Luis Huito Tarquino**

ASESOR:

Ing. M. Sc. Félix Rojas Ponce

.....

TUTOR:

Ing. Víctor Churquina Mamani

.....

TRIBUNAL REVISOR:

Ing. Frida Maldonado de Kalam

.....

Ing. Gloria C. Taboada Belmonte

.....

Ing. M. Sc. Mario W. Peñafiel Rodríguez

.....

Vo. Bo. ....

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera

DECANO

Bienaventurado el hombre que halla la  
sabiduría, y que obtiene la inteligencia.  
Por que su ganancia es mejor que la ganancia  
de la plata y sus frutos más que el oro fino.  
Prov. 3:13-14

## DEDICATORIA

Al hombre rural que espera mejores días de vida.

## AGRADECIMIENTOS

- Expreso mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas y instituciones:
- A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, que posibilitó mi formación profesional.
- A todos los docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por la enseñanza y la formación recibida durante el periodo de estudio.
- A mi asesor Ing. M. Sc. Félix Rojas Ponce y a mi Tutor Ing. Víctor Churquina Mamani, por su constante asesoramiento y por sus valiosas y acertadas sugerencias al trabajo de investigación, y por haberme brindado su amistad incondicionalmente.
- A los tribunales: Ing. Frida Maldonado de Kalam, Ing. Gloria C. Taboada Belmonte, Ing. Mario W. Peñafiel Rodríguez, por sus valiosas contribuciones, sugerencias y correcciones realizadas en el trabajo de edición del documento final.
- Mi más sincero reconocimiento a los productores de Apanto, en particular a la señora Bernardina Ramos Quisberth, por haberme permitido compartir sus conocimientos.
- A mis compañeros y amigos de la Facultad de Agronomía, que de una u otra forma me colaboraron.
- A nuestro creador, Dios por haberme dado la vida, para que la sociedad viva mejor y a la que nos debemos como profesionales comprometidos.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de hortalizas en nuestro medio es una práctica habitual, sin embargo ésta agricultura es de sobrevivencia, por esto es necesario avanzar hacia una de alta productividad y rentabilidad. Sin la realización de lo expuesto, la horticultura difícilmente se convertirá en un campo de inversión, de producción eficiente y principalmente de un manejo ecológico disciplinado.

Por otra parte el problema alimentario en el país, se ha agudizado hasta llegar a niveles de desnutrición crónica y aguda, debido a que la alimentación está basada principalmente en carbohidratos siendo pobre en proteínas, vitaminas y minerales, éstos últimos grupos alimenticios están básicamente presentes en las hortalizas de hoja, fruto y flor que brindan grandes cantidades de nutrientes al consumidor.

La albahaca *Ocimum basilicum* L. es hoy una especie hortícola de relevancia, más aún si su utilización está diversificada para reproducción industrial, elaboración de jabones, perfumería, medicina, atribuyéndola propiedades digestivas, antisépticas, antibacteriales y como repelente de insectos en los diferentes cultivos. Es una de las plantas aromáticas más naturales en la cocina para acompañar la salsa de tomate, pasta y como aderezo de ensaladas, considerada insustituible por el gusto dulce, fragante que presentan sus hojas y flores.

Asimismo sabemos que el aprovechamiento de la diversidad que tenemos en los países mediterráneos, está todavía en una fase incipiente y que habría que promover el mercado de las plantas aromáticas, se ha centrado en general en unas pocas especies más utilizadas en alimentación, pero existen muchas otras plantas prácticamente desconocidas por el consumidor y que pueden ser muy útiles como condimento, infusión, etc.

Así entonces se trata de aprovechar ésta gran riqueza vegetal que existe a nuestro alrededor y de posibilidades de implantar cultivos de especies útiles aprovechando su facilidad de crecimiento.

Además mediante el cultivo y comercialización de especies se puede permitir impulsar el desarrollo de zonas rurales. Siendo fundamental saber cuales son los factores que influyen en la rentabilidad del cultivo, a fin de mejorarlos en lo posible técnicas de cultivo, distancia de plantación, control de plagas y enfermedades, calidad del suelo, variedades, etc.

Es así que la albahaca como una de las hortalizas que se vende en estado fresco y seco. Los cultivos para el mercado tienen flores blancas, pocos cultivares varían de tamaño, color; así mismo pueden contener una amplia gama de aromas incluyendo del limón, rosa, alcanfor y con sabor a fruta.

Por los argumentos citados se decidió realizar el estudio sobre la respuesta de tres variedades y densidades de plantación en el cultivo de albahaca orientado a apoyar estos objetivos a través de la búsqueda de mejoras en el cultivo de albahaca en la zona de Coroico.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Generar información básica sobre el cultivo de la albahaca, en las condiciones agroecológicas de los Yungas de La Paz.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de albahaca.
- Evaluar el efecto de la densidad de plantación en el rendimiento de las tres variedades de albahaca.
- Analizar la relación costo beneficio de las variedades de albahaca en estas condiciones.

### **2.3 Hipótesis**

Ho. No existen diferencias en el comportamiento agronómico de las tres variedades de albahaca.

Ho. El efecto de la densidad de plantación en el rendimiento de las tres variedades de albahaca no presenta diferencias.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Importancia del consumo de hortalizas

Castañon (1981), indica que de cada 1000 niños que nacen en el área rural, 279 mueren por falta de alimentación y que ésta población se encuentra marginada de todos los medios vitales más importantes, asimismo en un estudio del estado nutricional de la población boliviana, menciona que “la población humana de la región del altiplano urbano y rural, presenta las prevalencias más altas de desnutrición crónica”. Mientras que Hartman (1990), indica que los pobladores del Altiplano y Valles adyacentes sufren desnutrición en altos grados, provocada por el consumo de carbohidratos y poca cantidad en vitaminas, debido a la monotonía de su alimentación.

Birbuet (1988), menciona que las hortalizas son importantes desde el punto de vista de su difusión en el consumo como son: Espinacas, Achojcha, Lacayote, Col de bruselas y Berenjena. A ésta lista podrían incluirse Vainitas, Pimiento y Coliflor, pues su consumo es más difundido en los estratos altos, los cuales tienen una menor importancia poblacional. La profunda crisis económica por la que atraviesa el país no sólo ocasiona una fuerte reducción de productos alimenticios consumidos, sino que las familias se ven obligadas a disminuir la cantidad de consumo de ciertos productos que son caros pero necesarios en la dieta, y por otra a incrementar el consumo de los más baratos, que de alguna manera sustituyen nutritivamente a los que dejaron de consumir.

Sainz (1991), menciona que el consumo alimentario promedio es deficitario en la dieta de nuestro país, considerado crónico y afecta a sectores de la población más expuesta al riesgo constituido por las embarazadas y los niños. Esta condición empeora si aquel grupo de riesgo está alejado de los centros de mayor desarrollo relativo.



## **3.2 Cultivo de la albahaca**

### **3.2.1 Origen**

Aubert (1997) y Paniagua (s/a), señalan que la planta de albahaca *Ocimum basilicum* L. es originaria de Asia meridional, India; se cultiva en climas templados y tierras bajas de todo el mundo.

Por su parte Collura (1971) y Urquieta (1974), afirman que la albahaca tiene origen en la India y en las regiones cálidas de África y América central, parece tener su centro de la diversidad en África. Hoy la albahaca se cultiva en varios países asiáticos y mediterráneos. Así mismo Auld (1998), ratifica que ésta especie es nativa de Asia, India.

### **3.2.2 Descripción botánica**

Font Quer (1980) y Dimitri (1985), sostienen que las características botánicas de la albahaca son: Las hojas dispuestas en el tallo en forma opuesta, enteras, glabras, aovadas, acuminadas, con bordes ligeramente dentados, pecíolos de 1 a 2 cm de largo; lámina foliar de 2 a 5 cm y de 1 a 3 cm de ancho. Los valores pueden cambiar según la variedad.

La inflorescencia es una espiga terminal de verticilastros o pisos, erecta de 10 a 20 cm, tipo cimosa; flores hermafroditas que se disponen en dichas espigas terminales constituidas por numerosas rodajuelas superpuestas de seis flores cada una.

El cáliz es de color verde, dividido en cinco sépalos de los cuales, el superior es redondeado y de un tamaño mayor superpuesto a los adyacentes, levantado y desbordante; los dos inferiores más angostos y agudos.

La corola es gamopétala o sea de pétalos soldados, de 8 a 10 mm de largo, colores que varían del blanco al morado, según la variedad. El limbo bilabiado, se encuentra dividido en dos partes, en similar a la mandíbula de una bestia con

la boca abierta. Dicha mandíbula es conocida con el nombre de labio; el labio superior con lóbulos y el inferior indiviso.

Los estambres tienen filamentos blancos o varían de color según la variedad; la simetría pentámera de la flor, falla aquí en el androceo ya que tiene cuatro estambres didínamos colocados bajo el labio inferior de la corola y arqueado hacia ella.

El ovario tetralobado, que consta de dos carpelos soldados cada uno de ellos con una división secundaria. Cada cavidad es portadora de un óvulo.

El fruto está formado por cuatro nuececillas semejantes a aquenios, lisas y ovoides, de tamaños pequeños que van desde los 2 mm de largo por 1 mm de ancho negro brillante, confirmado por (Rodríguez, 2000).

Moreno (1985), menciona que la albahaca es una planta herbácea aromática, de 30 a 50 cm de alto, ramosa de clima cálido. Presenta tallo angular; según su textura en la parte inferior del tronco es ligeramente leñoso, pero en la parte superior es herbáceo, con algunas vellosidades y de coloraciones diversas según la variedad, por otra tiene un crecimiento erecto.

### 3.2.3 Taxonomía de la albahaca

Strasburger (1986), Marzoca (1985) y Rojas (1996), realizan la clasificación taxonómica, como perteneciente a la:

|                    |  |
|--------------------|--|
| División:          | Magnoliophytina  |
| Sub-división:      | Angiospermae   |
| Clase:             | Dicotyledoneae   |
| Sub-clase:         | Lamiidae   |
| Orden:             | Lamiales   |
| Familia:           | Lamiaceae  |
| Género:            | <i>Ocimum</i>  |
| Especie:           | <i>basilicum</i>   |
| Nombre científico: | <i>Ocimum basilicum</i> L.   |
| Nombre común:      | (Esp.) Albahaca, (It.) basilico,<br>(Ing.) basilie, (Aym.) allwaqa |

### 3.2.4 Valor nutritivo de la albahaca

Collura (1971) y Hawley (1975) realizaron el análisis de compuestos de esencias siendo un líquido oleoso, amarillento que contiene ocimeno, eugenol, d-alcanfor, cineol, ocimeno, etc.

Font Quer (1980), asegura que la albahaca contiene esencia que difiere según su procedencia; suele proporcionar 0.04 % de las hojas frescas, aunque algunos pueden dar hasta diez veces más, esto es 0.4 %, esta esencia contiene cineol, metil chavicol y 24 % de linalol.

Muñoz (2002), señala que la albahaca tiene un aceite esencial de composición variable en dependencia al cultivar. Generalmente contiene estragol, linalol, lineol, alcanfor y otros como taninos, ácidos orgánicos, sales minerales, vitaminas y saponinas como se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Composición nutritiva por cada 100 g de parte comestible de albahaca

| <b>Componentes</b>  | <b>Contenido</b> | <b>Unidad</b> |
|---------------------|------------------|---------------|
| Energía             | 337.00           | kcal          |
| Humedad             | 9.54             | g             |
| Fibra cruda         | 14.60            | g             |
| Ceniza              | 6.95             | g             |
| Hidratos de carbono | 50.02            | g             |
| Proteína            | 17.60            | g             |
| Lípidos             | 15.90            | g             |
| Calcio              | 646.00           | mg            |
| Fósforo             | 440.00           | mg            |
| Hierro              | 36.96            | mg            |
| Magnesio            | 170.00           | mg            |
| Sodio               | 16.00            | mg            |
| Potasio             | 14.41            | mg            |
| Zinc                | 5.30             | mg            |
| Vit. A              | 750.00           | ug RE         |
| Vit. C              | 27.00            | mg            |

**Fuente :** Lab. AVRDC Taiwán, SEIS ERRE Alimentos S.A. Argentina

### **3.3 Usos e importancia de la albahaca**

#### **3.3.1 Usos medicinales**

Girault (1987) y Rodríguez (1997), nos dicen que la albahaca en medicina tiene propiedades estimulantes y antiespasmódicas, al ser consumida en infusión sus hojas y flores alivian el dolor de cabeza, aumenta la secreción de la orina, regulariza la menstruación en las mujeres, expulsa gusanos intestinales, útil contra las afecciones de los riñones y vejiga, provoca el sudor, disminuyen la fiebre, cura los resfríos, es desinfectante, desentumece los tejidos golpeados, útil para las personas nerviosas, estimulante del apetito, muy utilizada en inhalación contra las afecciones catarrales y bronquiales; las hojas en zumo o en forma de tapones colocados en las orejas, curan los dolores, supuraciones e inflamaciones de los oídos.

De Lucca (1992) y Zalles (1991), mencionan que la especie es cultivada como medicinal y en infusión es diurética, carminativa, emenagogo y estimulante.

El cocimiento de la planta se usa en fricciones y fomentos para el reumatismo crónicos y nervios tensos. Por su parte Kozel (1987) y Barreiro (2001),

aconsejan que se prepara el té de albahaca para fortificar el organismo, estómago, corazón y para los parásitos intestinales.

### **3.3.2 Usos culinarios**

Auld (1998), en su libro cocinando con hierbas nos dice que todos los platos basados en tomate deberían llevar albahaca. Agregando una cantidad mínima realza el sabor de las comidas. Se emplea en la preparación de la “salsa de hierbas” utilizada para las carnes frías y ensaladas. Por otra Piñon (1987) y Collura (1971), indican que es muy utilizada en la cocina, la albahaca es la reina. Se usa en sopas tales como minestrone y sopa de tomates. Paniagua (s/a), menciona que es excelente con los guisantes, vainitas y otros vegetales, es imprescindible en la cocina italiana: lasagna, espagueti, pizza y diferentes platos, productos horneados, conservas, vinagres y carnes.

### **3.3.3 Usos industriales**

Moreno (1985), menciona que los aceites esenciales son mezclados de un número variable de sustancias orgánicas olorosas, que se obtienen por arrastre con vapor; pueden encontrarse hidrocarburos alicíclicos y aromáticos, así como sus derivados oxigenados. Su empleo se realiza en perfumería y elaboración de bebidas aromáticas tienen mucha importancia.

Por su parte Collura (1971), indica que puede ser industrializados la albahaca para jabonería, productos dentales. A su vez Villarreal (1997), menciona que el aceite esencial se puede preparar una emulsión al 2 % y luego se fumiga cultivos con ácaros, pulgones.

## **3.4 Requerimiento agroecológico**

### **3.4.1 Clima**

Collura (1971), menciona que el cultivo de albahaca mejor se desarrolla en clima templado, templado-cálido, no resistente a helada, Mariscal (1992), cita que la helada destruye un gran porcentaje de flores, impidiendo la transformación en

frutos y estas por bajas temperaturas resultan mal formadas, así como las hojas, tallos perturbando las funciones de los órganos. A su vez Gordon (1992), considera que la mayor parte de las plantas hortícolas sin la temperatura óptima no pueden desarrollarse bien, por tanto su requerimiento se ubica entre los 15 ° C y los 35 ° C. Al respecto Fersini (1975) y Riotte (1988) recomiendan que éste cultivo debe ser asoleado.

Juscafresca (1975), señala, que el cultivo de albahaca se adapta en todos los climas templados y situaciones bajas.

Al respecto Paunero (2001), señala que la albahaca necesita climas muy calientes con temperaturas de aproximadamente 30 ° C y luz completa, por otra afirma que es sensible al frío. Asimismo Böhm (1989), recuerda que éste cultivo crece en emplazamientos soleados y protegidos. Por otra Torrez (1984), menciona que la planta es dañada cuando atraviesa un periodo más o menos largo con una temperatura de 4 ° C, pues disminuye grandemente su absorción de agua del suelo y sigue transpirando, por lo que puede llegar a morir por deshidratación.

Suquilanda (1995), menciona que hay variedad de plantas aromáticas que sólo se dan en climas fríos de 10 a 18 ° C y otras prefieren climas cálidos con 25 a 35 ° C, algunas se desarrollan en sectores de elevada humedad, mientras que otras en áreas caracterizadas por su marcada sequedad. Hay plantas que medran de buena manera en sitios con alta luminosidad y otras que prefieren lugares sombreados, por tanto recomienda que el cultivo de albahaca se comporta mejor en clima cálido y húmedo.

### **3.4.2 Suelo**

Casseres (1984), menciona que existen tres factores claves para producir hortalizas de buena calidad, son: 1) suelo en óptimas condiciones; 2) agua que provenga de riego o de la lluvia; y 3) drenaje adecuado. La gran mayoría de las hortalizas requiere contar con suelos de excelente calidad para proveer a las plantas de los nutrientes esenciales para una máxima producción.

Collura (1971), indica que el cultivo de albahaca necesita un terreno rico o de mediana fertilidad, franco o gumífero, permeable, y fresco; los suelos pesados arcillosos son inadecuados. Por su parte Fersini (1979), confirma que éste cultivo exige terrenos frescos y con buen drenaje provistos de sustancias orgánicas. Auld (1998) y Paniagua (s/a), señalan que éste cultivo debe sembrarse a pleno sol, en tierra con buen drenaje pero húmeda.

Suquilanda (1995), indica que los suelos para el cultivo de plantas aromáticas deben ser de tipo franco, livianos y profundos, bien drenados, con una alta provisión de materia orgánica superior al 4 %, con el fin de mantener la humedad, temperatura, nutrientes y mejorar las características texturales y estructurales del suelo; no muy ácidos ni alcalinos con pH entre 5.8 y 6.6.

### **3.5 Densidad de plantación**

Ruiz (1993), señala que una alta población significa un efecto competitivo entre las plantas por: luz, agua, nutrientes y espacio físico, tanto sobre la superficie como debajo. Esta competencia se refleja en el tamaño de la planta. Por otra Quiroz, citado por Birrueta (1994), reporta que con la elección de una determinada distancia entre surcos y densidades de plantación debe tratarse de obtener una óptima población y el mejor aprovechamiento del suelo para nutrir a las plantas.

Altieri (1997), menciona que al aumentar la densidad de plantación, es decir una inducción en el espaciamiento parece reducir el número de plagas. Una de las razones principales de la respuesta de los insectos a la variación de la densidad de la plantación ha sido el control entre los cultivos y el suelo y el efecto de esto en la respuesta optomotora de aterrizaje de los insectos voladores. Otras razones que se han dado para explicar las cantidades menores de plagas en sembradíos densos implican la condición de la planta huésped. Al respecto Farrell (1984), menciona que la presencia de una vegetación excesiva actúa como impedimento a las plagas.

Según Raymond (1989), la principal ventaja de las altas densidades de plantas es probablemente la disminución del periodo total de floración y la mayor

simultaneidad de la madurez de las flores, asimismo las altas densidades de plantas mejoran la calidad de la semilla debido a que son menos ramificadas y por tanto, hay menor proporción de flores que con las densidades bajas de plantas.

Clementi (1982), recomienda que la siembra debe tratar que toda la superficie del suelo esté sembrada por follaje lo más temprano posible en la estación. Esto significa que los vegetales de semilla menuda se deben sembrar tupidos, con éste método, solo necesita deshierbar pocas veces y aún más fácil es su control.

Collura (1971), recomienda una densidad de siembra de 40 a 60 cm entre surcos y 15 a 25 cm entre plantas. Por su parte Fersini (1979) y Paniagua (s/a), señalan como distancia recomendable de plantación 30 cm entre plantas. Los cultivos en invernadero deben estar sobre cama caliente, mientras en las cálidas el cultivo muy conocido se practica en plena tierra con siembras escalonadas. Así mismo Böhm (1989), indica que deben ser trasplantadas a 30 cm entre plantas.

Simon (1993), menciona que la densidad de siembra es dependiente sobre el uso final, el mismo recomienda 60 cm entre hileras de separado y 15 cm de espacio entre plantas en cada hilera. Las variaciones grandes en el crecimiento y la producción pueden ocurrir debido a las condiciones de clima, tipo de planta y las prácticas culturales.

### **3.6 Variedades de mayor importancia**

Fersini (1979), cita las variedades: Grande Genovesa, con hojas grandes, sin olor a menta; es muy cultivada donde constituye la típica albahaca usada para aromatizar la famosa salsa “pesto” genovesa.

De Hojas de Lechuga, se caracteriza por sus hojas anchas acucharadas, hinchadas, con aroma y olor característico.



De Hojas Granujientas, muy similar a la procedencia, con grandes hojas granujientas. Fina Verde, de desarrollo bajo, de perfume muy intenso.

Moreno (1985), señala que de las diferentes variedades de albahacas que existen se reportaron ocho tipos, algunas con su nombre técnico, son:

Albahaca morada *Ocimum americanum* L. planta anual de 40 a 50 cm de altura, con hojas ovaladas, finamente aserradas, lampiñas, de una longitud de 2 a 3 cm y de un ancho de 1 a 1.5 cm.

Albahaca morada común, planta anual de 40 a 50 cm de altura, con hojas opuestas, ovaladas, finamente aserradas, de color verde con vellosidades por el envés, pecíolo de 0.5 a 1.0 cm de largo, flores purpúreas, las hojas tienen un largo de 1.5 a 2.0 cm, de ancho 1.0 a 1.5 cm.

Albahaca blanca *Ocimum michrantom* Willd, planta anual de unos 30 cm de altura, hojas opuestas, ovaladas, finamente aserradas, hierbas ramosas, color verde claro, brácteas y cáliz de color verde claro, corola blanca, planta muy aromática y muy cultivada.

Albahaca morada zancona *Ocimum basilicum* L. planta anual de unos 50 a 60 cm, de altura, hojas opuestas, ovaladas, finamente aserradas, de color verde, de 4 a 5 cm, de largo y de 2 a 3 cm, de ancho, con leves coloraciones moradas por el envés.

Albahaca fina *Ocimum minimum* L. planta anual, con hojas ovales, lampiñas, con pecíolos no pestañosos, flores blancas, las hojas con un largo de 1.0 a 1.5 cm y de ancho 0.5 a 1.0 cm.

Albahaca millonaria morada, planta anual, con hojas opuestas, ovales, de color verde oscuro, bordes bien dentados, de 4 a 5 cm de ancho y 5 a 6 cm de largo, con leves coloraciones moradas aroma bastante fuerte y característico.

Albahaca millonaria blanca, planta anual con hojas opuestas, ovales, de color verde claro, bordes dentados, de 4 a 5 cm de ancho y de 5 a 6 cm de largo, aroma bastante fuerte y característico.

Albahaca de clavo, planta anual, con hojas opuestas, ovales, de color verde claro, borde ligeramente dentado, de 3 a 4 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho; inflorescencia terminal de color morado oscuro, aroma fuerte y similar al color de la canela.

Aubert (1997) y Farreny (1979), citan las variedades que son muy apreciadas: Grande verde, de hojas grandes con tallos poco ramificados, Fina verde, de hojas pequeñas.

### **3.7 Elección de las variedades**

Silguy (1999) y Clementi (1982), mencionan que la elección de las variedades depende de su buena adaptación al tipo de suelo y de la calidad deseada para las producciones. Los otros criterios que deberían intervenir en la elección son sobre todo: la resistencia a las enfermedades, la reacción a la fertilización orgánica, y la aptitud a competir con las malas hierbas. Por tanto la elección es un factor primordial del rendimiento y de calidad de las producciones.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Aspectos generales**

#### **4.1.1 Ubicación**

La provincia Nor Yungas tiene una superficie territorial de 512.000 ha, donde se realizó la presente investigación, ubicada en la localidad de Coroico, comunidad Apanto, la zona abarca una superficie de 9.678 ha, pertenece a la primera Sección y es la capital del Cantón, Geográficamente se ubica entre los paralelos 16 ° 09' 32'' y 16 ° 17' 10'' de latitud Sur y 67 ° 38' 00'' y 67 ° 44' 42'' de longitud Oeste de Greenwich, (Montes de Oca, 1997).

El área tiene como límite al Norte con el cruce del camino a Caranavi y Coroico, al Sur con los cerros de Santa Elisa, al Este con la localidad de Arapata, cerro San Lucas y al Oeste con el río San Juan, Coroico viejo.

#### **4.1.2 Fisiografía**

Dentro de la zona fisiográfica se encuentran las denominadas colinas bajadas de coluvio – aluviales, terrazas disectadas de erosión, terrazas aluviales, etc. La configuración topográfica de la zona está formada por pendientes convexas moderadamente escarpadas y montañosas, está ubicada en una zona plegada, donde predominan los valles con pendientes muy pronunciadas, de fuerte acción erosiva, la precipitación es el principal agente modelador del paisaje, por lo que ha dado como resultado un paisaje fuertemente disectada como consecuencia de erosión en masa, tales como derrumbes, etc. (Huaynoca, 2002)

#### **4.1.3 Altitud**

La zona está formada en su mayor parte por serranías de alturas muy variadas, a una altura de 1700 m, el punto más bajo Yolosa con 1230 m y el punto más alto la zona de Santa Bárbara con 2040 m.

#### **4.1.4 Edafología**

No se dispone de mapa morfológico , pero en general la textura predominante es arcillosa y arcillo limoso, la capa superficial es suelta y oscura, muy permeable. La profundidad aumenta en las zonas bajas por sedimentación, debido al arrastre gradual y continuo del material desde las colinas altas. Son medianamente profundas a 65 cm, en algunas zonas puede alcanzar hasta los 150 cm de profundidad efectiva.

Son suelos que van desde pH 4.35 a 5.99, con alto contenido de aluminio que hidrógeno. Son pobres en fósforo, potasio, calcio y magnesio, pero ricos en materia orgánica de 3.27 a 15.85 %. La profundidad de los suelos está bien relacionada con la fisiografía, por lo que varía desde suelos litosódicos de las fuertes pendientes o moderadamente profundos de las laderas.

Por la topografía accidentada, la mayoría de los suelos, excepto en áreas limitadas, son erosionables y degradados en el horizonte superficial. La alta escorrentía completa los procesos destructivos por la erosión laminar vertical, los suelos descubiertos son los más propensos a la erosión, lo cual es observado en las áreas cultivadas y al control de hierbas con herramientas como chontas, (Huaynoca, 2002).

#### **4.1.5 Hidrografía**

La región de Coroico se halla surcada por los ríos de San Juan, Coroico, Santa Barbara y Peri, a los cuales desembocan numerosos arroyos que tienen su origen en el cerro Uchumachi. El río Coroico nace con el nombre de Chucura, en las faldas de Huayna Potosí, durante su recorrido recibe las aguas de los ríos Tilata, Chairo, Elena y Yolosa para atravesar con ellos por el pie de la localidad de Coroico.

## 4.2 Características agroecológicas

### 4.2.1 Clima

La zona, según la clasificación de Holdridge (1978) pertenece a “Bosque Húmedo Subtropical”, con terrazas altas y pendientes muy inclinadas, pertenece a clima semicálido, sin cambio térmico definido, semiseco sin estación seca bien definida; con temperatura promedio de 18.3 ° C, aunque los meses de junio a agosto se registran temperaturas superiores a 25 ° C en éstas condiciones los factores de meteorización actúan óptimamente, con mínimos en los meses de mayo a julio de 12 ° C, SENAMHI (2002).

La precipitación promedio anual varía desde 900 a 2500 mm, incluso en algunas zonas con microclimas particulares se han registrado precipitaciones de 5500 mm anuales. Las mayores precipitaciones ocurren en los meses de diciembre a marzo y los meses secos corresponden a los meses mayo a julio.

### 4.2.2 Vegetación

La vegetación original ha sido muy alterada debido al uso intensivo de los suelos en agricultura y ganadería; los remanentes de bosques localizados generalmente en áreas inaccesibles presentan árboles de 15 a 20 m de alto.

Predomina una vegetación de tipo arbustivo, donde se identifican las especies: *Alnus jorullensis* L., *Pinus radiata* L., *Piper angustifolium* L., *Ricinus communis* L., *Bauhinia* sp., etc.

La mayor actividad agrícola se centraliza en los cultivos de *Coffea arábica* L., *Citrus sinensis* L., *Citrus aurantium* L., *Musa paradisiaca* L., *Mangifera indica* L., hortalizas y *Erythroxylum coca* L., debido a contar con la humedad suficiente para su desarrollo; en cuanto a la producción pecuaria se reduce a pequeñas granjas avícolas y porcinas de reducido tamaño, debido principalmente a las características fisiográficas adversas de la zona.

## **4.3 Materiales**

### **4.3.1 Material Vegetal**

Se emplearon las variedades de albahaca Genovesa, Hoja de lechuga, Morada.

### **4.3.2 Insumos**

Estiércol de ovino, Insecticida ecológico Trichoderma, funguicida ecológico Biosulfocal.

### **4.3.3 Equipo y herramientas**

Equipo

Aspersor manual de 20 l, máscara protectora, guante y ropa de aspersion, balanza de precisión marca OHAUS modelo C 305-s.

Herramientas

Picotas, machete, chontilla, canastos, bolsas nylon, estacas, rastrillo, carretilla, regadera, almaciguera de madera 1 m x 1 m.

### **4.3.4 Otros**

Tableros para identificación, lienzos o pitas para demarcación, flexómetro, cámara fotográfica, cuaderno de campo, material de escritorio, planillas.

## **4.4 Métodos**

### **4.4.1 Diseño experimental**

El diseño que se adecuó a los objetivos de la investigación fue Bloques completos al azar con arreglo factorial de tres por dos, con seis tratamientos y tres bloques Steel y Torrie (1992). Las razones fue de acomodar los bloques de acuerdo a la topografía de la comunidad de Apanto, por otra permite eliminar el gradiente de variación en un solo sentido disponiendo los bloques en la dirección del gradiente, así como el grado de fertilidad del suelo y la humedad existente del lugar.

La menor cantidad de bloques se debió a que se obtuvieron la menor cantidad de semillas en el mercado para su venta, por otra se logró que el poder de germinación es muy baja en las tres variedades.

Según Calzada (1982), las unidades experimentales de cada tipo de tierra que forman un bloque están agrupadas en un mismo lugar del área experimental, entonces las diferencias entre tipo de tierra pueden quedar ocultas por las diferencias en las condiciones de ubicación como ser la luz, temperatura, aireación, etc, que les ha tocado a los diferentes bloques, por cuyo motivo decimos que en las diferencias entre tipo de tierra están confundidas las diferencias de ubicación, siendo por lo tanto peligroso sacar conclusiones de las significaciones entre bloques.

#### **4.4.1.1 Factores en estudio**

Se plantearon los factores de estudio, en base a los objetivos del trabajo así:

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Variedades (A): | V1 Genovesa        |
|                 | V2 Morada          |
|                 | V3 Hoja de lechuga |
| Densidad (B):   | a = 25.0 x 25.0 cm |
|                 | b = 30.0 x 30.0 cm |

#### 4.4.1.2 Tratamientos

Los combinación de ambos factores fueron distribuidos al azar en 6 tratamientos, como muestra el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Descripción de los seis tratamientos en estudio

| TRAT | DESCRIPCIÓN | Nº DE REP. | VARIEDAD |
|------|-------------|------------|----------|
| T1   | V1A         | 3          | 1        |
| T2   | V1B         | 3          | 1        |
| T3   | V2A         | 3          | 2        |
| T4   | V2B         | 3          | 2        |
| T5   | V3A         | 3          | 3        |
| T6   | V3B         | 3          | 3        |

**Fuente:** propia

#### 4.4.1.3 Dimensiones del área experimental

Las unidades experimentales tuvieron las características:

|  |                      |
|--|----------------------|
| Ancho de la unidad experimental          | 1.50 m               |
| Largo de las unidades experimentales     | 2.00 m               |
| Distancia entre hileras                  | 0.25 m – 0.30 m      |
| Ancho de las calles                      | 0.30 m               |
| Área de una unidad experimental          | 3.00 m <sup>2</sup>  |
| Área de cada bloque                      | 18.00 m <sup>2</sup> |
| Área total del campo experimental        | 61.20 m <sup>2</sup> |
| Número de unidades experimentales/bloque | 6 unidades           |
| Número total de unidades experimentales  | 18 unidades          |
| Número total de bloques                  | 3 unidades           |
| Número total de repeticiones             | 3 unidades           |
| Área de evaluación                       | 3, 4 unidades        |





## **4.5 Métodos para campo**

### **4.5.1 Preparación del sustrato para almácigo**

Esta labor se inició con la preparación y acondicionamiento del sustrato, para luego establecer el almácigo, se preparó una mezcla que consistió en: 10 kg de arena fina cernida en un tamiz de 0.02 mm, 15 kg de tierra del lugar, 11 kg de estiércol de oveja, 12 kg de limo.

Luego de la preparación se obtuvo un sustrato franco-arcilloso, para asegurar y fortalecer la germinación de semillas, obteniendo plántulas fuertes libres de enfermedades, resistentes a diferentes adversidades en las condiciones donde se transplante.

### **4.5.2 Desinfección del sustrato**

Preparado el sustrato se realizó el nivelado y la desinfección por el método de la solarización, que consistió en cubrir con un plástico claro durante una semana el cual aumentó la temperatura por radiación solar y eliminó un número de plantas indeseables, insectos y nemátodos, reduciendo los niveles de fitopatógenos del suelo y estimulando los microorganismos benéficos, de ésta manera todo el sustrato se desinfectó para el almácigo.

### **4.5.3 Siembra en almácigo**

El almácigo consistió en colocar el sustrato preparado y desinfectado en los vasos de plástico, posteriormente se realizó los pequeños hoyos con un lápiz, en ella se depositaron las semillas de las tres variedades por separado; después se regó con abundante agua la almaciguera, luego se cubrió con una capa delgada de paja creando de ésta manera semi-sombra, para mantener la humedad y la temperatura del sustrato; en estas condiciones se esperó su crecimiento hasta las primeras dos hojas.

#### **4.5.4 Preparación del terreno**

Para el establecimiento del ensayo, se utilizó un terreno donde se cultivó repollo, acelga en la gestión pasada, se retiró los arbustos y hierbas. Posteriormente se hizo la remoción manual del terreno con un mes de anticipación con respecto a la siembra – trasplante, procediéndose a la aradura del terreno a una profundidad de 30 cm, seguidamente se pasó con una rastra. Finalmente para complementar y acondicionar adecuadamente el terreno se realizó una segunda remoción, que consistió en remover superficialmente el terreno con el fin de extraer hierbas y la nivelación del terreno se hizo manualmente, esto con el fin de evitar desniveles, para no tener problemas de encharcamiento en la época de lluvias.

#### **4.5.5 Demarcación de las unidades experimentales**

De acuerdo al diseño y croquis del campo experimental en el Anexo 1, los bloques fueron trazados y marcados con hilo cáñamo obteniéndose de esta manera las unidades experimentales.

Posteriormente con la ayuda de un flexómetro, lienzos y picotas se demarcaron las unidades experimentales las que se identificaron con letreros.

#### **4.5.6 Fertilización del campo experimental**

En el momento de la segunda preparación del suelo se realizó la fertilización localizada con estiércol de ganado ovino a razón de 30 g por planta, al momento del trasplante de las plántulas.

#### **4.5.7 Trasplante**

El trasplante se efectuó el 16 de diciembre de 2003, cuando las plántulas presentaron tres a cinco hojas verdaderas en el almácigo.

Horas previas al trasplantado se realizó un riego abundante del almácigo y las unidades experimentales, para facilitar la labor. Posteriormente en horas de la

tarde se procedió a extraer las plántulas de albahaca, con cuidado de tal manera que mantenga el pan de tierra y la planta sin dañar el sistema radicular.

Luego con punzones de madera, se abrieron los hoyos en cada hilera a distancias de las densidades de plantación, depositando en cada hoyo una plántula con el cuidado de que las raíces no queden dobladas hacia arriba, finalmente se presionó la tierra con los dedos alrededor del cuello de la planta.

Concluida la plantación en el campo experimental, se regaron cuidadosamente las unidades experimentales, para asegurar un buen prendimiento de las plántulas trasplantadas.

#### **4.5.8 Refalle**

El refalle de plantas no prendidas o atacadas por patógenos, se realizó a dos semanas después del trasplante, para uniformizar el ensayo.

### **4.6 Labores culturales**

#### **4.6.1 Riego**

Para asegurar la población de las plántulas en el almácigo inicialmente, el riego fue suministrado con regadera, cada dos días desde la siembra hasta la aparición de las primeras hojas, y viendo la humedad del suelo la cantidad de agua utilizada fue aproximadamente 150 l.

Después del trasplante, el riego fue por inundación hasta alcanzar una altura de 5 cm, posteriormente fue ayudado por las primeras lluvias.

Así mismo el tiempo de riego promedio estimado fue de tres a cuatro horas para el campo experimental, alcanzándose a capacidad de campo, esta variación se debió a las características del terreno, condiciones de manejo de agua y necesidades del cultivo.

La determinación de la cantidad de agua a suministrarse por tratamiento, fue simplemente por el método del tacto, obteniendo una muestra y ejerciendo presión con la mano, conociendo así si éste se encontraba a capacidad de campo o no.

#### **4.6.2 Aporque**

Con chontillas pequeñas se removió el terreno, especialmente los entresurcos arrojándose tierra alrededor de los tallos, profundizando los surcos de plantación con cuidado para no dañar los tallos de las plantas.

Se hicieron tres aporques durante el ciclo del cultivo, conjuntamente con el control de hierbas.

#### **4.6.3 Control de hierbas**

El control de hierbas se hizo manualmente y localizado con la ayuda de chontillas pequeñas, durante tres veces, observándose que ésta labor es importante por el rápido crecimiento de las mismas.

Las hierbas que crecieron con mayor frecuencia fueron: Muni muni *Bidens sp*, Ortiga *Urtiga sp*.

#### **4.6.4 Control fitosanitario**

El control se realizó de modo preventivo en la etapa de almácigo, después de 5 días aproximadamente se asperjó con Trichoderma a razón 40 g/50 kg de tierra, al igual que en la etapa de crecimiento se aplicó Biosulfocal con frecuencias de 12 días en dosis de 700 cm<sup>3</sup>/20 l de agua, esta medida se suspendió 3 semanas antes de que empiece la cosecha, de ésta manera se garantizó la sanidad de las plantas.

Asimismo se realizaron cuidados contra el ataque de otro tipo de plagas como aves y abejas a través de banderolas.

#### **4.7 Cosecha**

El momento de la cosecha se determinó teniendo en cuenta el número de días desde el trasplante hasta que las inflorescencias empiecen a florecer por tal se determinó el grado de madurez. El ensayo efectuado fue en el periodo diciembre de 2003 a febrero del 2004 mostrándose un ciclo de 65 días desde trasplante hasta la cosecha. Posteriormente se recolectaron de cada unidad experimental el tamaño de 30 cm de altura de cada variedad, desechando dos surcos y dos plantas extremas por hilera evitando el efecto de cabecera y bordura.

Con las manos y tijeras de podar se podaron los tallos gradualmente en horas de la mañana con el propósito de evitar la deshidratación, luego fueron pesadas en una balanza de precisión y colocadas en bolsas identificándolas para evitar confusiones posteriormente fueron acomodadas en canastas después se trasladaron al mercado.

#### **4.8 Comercialización**

Después de la cosecha de los tallos, se preparó en cantidades de 60 g, y envasadas en bolsas nylon, luego se empacó en canastos para conservar mejor el producto y transportados al mercado para la venta.

La comercialización de productos hortícolas en la zona esta determinada por la presencia de intermediarios quienes se concentran en estas ferias, a donde también los agricultores llevan sus productos.

Estas ferias funcionan como centros de acopio, donde los intermediarios compran las albahacas empacadas, para luego transportarlas a la ciudad de La Paz, donde pasa a segundos intermediarios y luego al consumidor.

Asimismo se da el caso más frecuente de comercialización, donde el productor envía sus productos directamente a los intermediarios de la ciudad de La Paz, que generalmente son vendedoras del mercado de la zona sur.

## **4.9 Cosecha de semilla**

Según recomendaciones de Shinohara (1989), menciona que es muy importante efectuar la recolección de un cultivo, en el momento en que permita obtener tanto la mayor producción como la mejor calidad de semilla.

Por otra Raymond (1989), sugiere que por lo general la cosecha se realiza cuando maduran las primeras semillas y empiezan a caer. Así mismo Gordon (1992), aconseja que la recolección manual reduce en gran medida el proceso de limpieza.

Siguiendo estas recomendaciones se cosecharon los tallos con semillas a una distancias de 20 cm, luego se amontonaron sobre papel sábana bajo sombra a temperatura ambiental para secar, hasta que quede un contenido de humedad suficiente, y no se produzca una rápida pérdida de poder germinativo. Posteriormente se realizó la trilla, por la mañana para evitar pérdidas por los fuertes vientos que se puedan producir en las tardes, además no se aumentó pérdidas de semillas en el momento de limpieza.

Finalmente las semillas en condiciones adecuadas pueden ser conservadas en frascos aproximadamente por dos años en excelentes condiciones de viabilidad, según la FAO (1978). Por otra Gordon (1992), menciona que las semillas respiran incluso cuando están en estado latente, por eso antes del almacenamiento se desea que esté en un 5 a 7 % de su peso la humedad y la temperatura favorable es de 18 a 0 ° C.

## **4.10 Variables de respuesta**

Las variables evaluadas fueron:

### **4.10.1 Días a la emergencia**

Este dato sirvió para determinar en cifras numéricas cuantas semillas llegaron a emerger en las condiciones de suelo y clima a las cuales se sometió el cultivo.

Se realizó la lectura con intervalo de dos días donde emergió las semillas a los 8 días después de la siembra.

#### **4.10.2 Altura de planta**

Para esto se obtuvo 10 muestras al azar en la parte central de las unidades experimentales de cada tratamiento, descartando las plantas ubicadas en los bordes, por el efecto de bordura, registrándose desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja. La evaluación se efectuó cada 7 días

#### **4.10.3 Número de hojas**

Para contar las hojas de las plantas se realizó desde el cuello de la planta hasta el ápice tratando de no dañarlas.

#### **4.10.4 Peso en fresco**

Desde la parte central de la unidad experimental, en un metro cuadrado se obtuvieron muestras de tallo a una altura de 1 cm del cuello de raíz con hojas para tener el peso foliar en fresco.

#### **4.10.5 Peso seco de la planta**

Realizada la cosecha en fresco se envolvió en papel sábana amarrando con hilo cáñamo, posteriormente se colgaron bajo sombra para el secado a temperatura ambiente, luego las muestras secas se pesaron en una balanza electrónica de dos dígitos.

#### **4.10.6 Número de días a la floración**

Esta variable se evaluó considerando, el número de días desde el trasplante hasta la aparición de al menos una flor o 50 % mas flores, con su color característico de cada una de las variedades.



#### **4.10.7 Peso de semillas**

El peso de las semillas se determinó en una balanza de precisión, después de haber logrado el secado y el trillado respectivo.

#### **4.10.8 Cobertura foliar**

Se obtuvo diez muestras en la parte central de cada unidad experimental, esta medición se realizó cada 7 días.

#### **4.10.9 Largo y ancho de hoja**

Para medir el largo y ancho de hoja expresado en cm<sup>2</sup>, se realizó con ayuda de una regla graduada en tres oportunidades, en la parte media de la altura de cada planta.

#### **4.11 Evaluación económica**

Un estudio que implique la introducción de una nueva práctica de cultivo a favor de un conjunto de personas de una región estará acompañada del análisis de los costos realizado por el método del presupuesto parcial descrito por, PERRIN *et al.*, (1976), desarrollándose dicho análisis a través de:

##### **4.11.1 Ingreso bruto**

$$IB = R \times P$$

Donde:

IB = Ingreso bruto

R = Rendimiento

P = Precio de mercado

#### 4.11.2 Beneficio Neto

$$BN = IB - c$$

Donde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

c = Costo de producción

#### 4.11.3 Relación Beneficio / Costo

$$B/C$$

Donde:

B = Beneficio

C = Costo

Cuando:

El valor es mayor a 1 los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, por lo tanto el cultivo es rentable y el agricultor tiene ingresos.

El valor es igual a 1 los ingresos económicos son iguales a los gastos de producción el cultivo no es rentable, solo cubren los gastos de producción por tanto el agricultor no gana ni pierde.

El valor es menor a 1 no existe beneficios económicos, por lo tanto el cultivo no es rentable, el agricultor pierde.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Análisis del suelo

Los resultados del análisis de suelo, provienen del Laboratorio de Calidad Ambiental de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales del Instituto de Ecología, UMSA, los que se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Composición Físico Química del suelo en el área experimental del cultivo de albahaca de la comunidad de Apanto en Coroico.

| <b>Características</b>             | <b>Valores</b>   |
|------------------------------------|------------------|
| Profundidad (cm)                   | 0.2              |
| Arena (%)                          | 28               |
| Limo (%)                           | 37               |
| Arcilla (%)                        | 35               |
| Textura                            | Franco arcilloso |
| PH                                 | 6.8              |
| C.E <sub>μ</sub> s/cm              | 230              |
| <b>Cationes de cambio cmolc/kg</b> | <b>Valores</b>   |
| Aluminio                           | 0.31             |
| Calcio                             | 17               |
| Magnesio                           | 2.8              |
| Potasio                            | 0.89             |
| Sodio                              | 0.053            |
| Fósforo                            | 140              |
| Nitrógeno                          | 0.36             |
| CIC                                | 21               |
|                                    | <b>Valor</b>     |
| Materia orgánica (%)               | 6.4              |

**Fuente:** Laboratorio de Calidad Ambiental. Instituto de Ecología UMSA

El suelo presenta características de: textura Franco Arcillosa (FY), con predominancia de Limo al 37 %, seguida de Arcilla al 35 % y Arena al 28 %, se la puede clasificar como suelo moderadamente liviano, estructura subangular fina moderada, débil pudiendo definirse como suelo desarrollado.

Chilón (1997), indica que desde el punto de vista químico, el pH 6.8 es neutro, con una Capacidad de Intercambio Catiónico de 21 cmolc/kg de suelo. El contenido de materia orgánica de 6.4 %, clasificado como alto según la escala de Walkey y Black.

El contenido de nitrógeno de 0.36 %, permite calificar como alto, según el método Micro Kjeldahl, en cuanto al contenido de fósforo disponible de 140 cmolc/kg de suelo, que el mismo es considerado alto.

Finalmente de acuerdo a los resultados del análisis del suelo se considera un suelo de mediana fertilidad.

## 5.2 Porcentaje de emergencia

La emergencia de las plántulas de albahaca en las tres variedades fue a los 8 días después de la siembra en el almácigo.

Según el Cuadro 4, se observan los porcentajes de emergencia en las tres variedades, así el valor mayor fue para la variedad Genovesa con 30 % seguida por Morada con 10 % y el menor porcentaje para Hoja de lechuga con 8 %.

**Cuadro 4.** Porcentaje de emergencia en las tres variedades de albahaca

| <b>Variiedad</b> | <b>Porcentaje de emergencia</b> |
|------------------|---------------------------------|
| Genovesa         | 30 %                            |
| Morada           | 10 %                            |
| Hoja de lechuga  | 8 %                             |

El porcentaje de emergencia de las variedades fue variable en razón a que existen diferentes formas de las semillas en color, tamaño; así mismo algunas plántulas de la variedad Morada fueron afectadas por el ataque de hormigas. Por otra el ataque de hongos afectaron a la emergencia en las tres variedades, por lo que estos datos no guardan relación con los datos de germinación.

En tanto que el medio ambiente es un factor importante para el comportamiento fisiológico del cultivo acompañado por la intensidad de luz, humedad y la estructura del suelo que son factores que determinan la uniformidad de la emergencia, al respecto Maroto (1995), indica el medio debe ofrecer buena condición de producción con buena humedad y estructura del suelo para obtener plántulas de tamaño aceptable.

Al respecto Weaver (1996), indica de que las semillas aparentemente maduras no germinan pudiendo deberse a un factor o una combinación de estos. Las

causas principales del letargo son: embriones rudimentarios, embriones fisiológicamente inmaduros, cubiertas o integumentos de semilla mecánicamente resistentes y cubiertas impermeables o presencia de inhibidores de la germinación.

Al respecto Loma (1979), menciona que cuando se introduce una nueva variedad, frecuentemente, la semilla no da un porcentaje bastante alto de germinación pueden determinar que los resultados obtenidos en dicho año no sean indicadores del valor de la variedad introducida. Esto obliga a repetir el ensayo durante varios años, antes de decidirse a conservar o desechar una variedad.

Aquellas variedades de nueva introducción, procedentes del extranjero o de otras regiones, cuyo valor no reconoce bien, tienen que someterse a un tratamiento más riguroso, utilizando campos de ensayo, por surcos de los distintos tipos. Durante los dos primeros años se cultivarán en surcos cortos, a fin de determinar su pureza y su característica.

Gola (1965), señala que no todas las semilla de una misma especie y de un mismo año germinan simultáneamente, así que se presentan condiciones favorables, para ello las semillas deben germinar en periodos diferentes, algunas inmediatamente después de la diseminación, otras, algunas semanas más tarde, dentro del mismo año; otras, en fin aisladamente en los años sucesivos. Este comportamiento tiene importantes consecuencias ecológicas, porque permite sobrevivir a las especies cuando otras germinaciones produjeron individuos cuyo desarrollo tropezó con circunstancias adversas antes de que pudieran reproducirse.

Ekanayake (1994), menciona que cuando se presenta la falta de agua en ésta, el porcentaje de emergencia puede ser escasa por ser una etapa de mayor vulnerabilidad. Sin embargo, factores relacionados con el cultivo, como el brotamiento y el reposo, también afectan la emergencia. Por otra Torrez (1984) indica que después de la germinación y en forma gradual la temperatura del aire se vuelve de gran importancia para las etapas vegetativas y generativas. Es muy importante tener en consideración que el punto crítico es variable para

diferentes cultivos, generalmente es una temperatura cercana de 6 a 7 ° C, a partir de la cual entra en actividad la planta, así mismo la emergencia ocurre cuando aparecen las plantas en un 50 % de la superficie cubierta.

### 5.3 Altura de planta

El análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 5, permite observar que la variedad (Factor A) presenta diferencias altamente significativas, probablemente la variable altura de planta sea influenciada por el genotipo de cada variedad, las labores culturales a que fueron sometidos, la adaptabilidad al tipo de clima y suelo, por otra la densidad de plantación (Factor B) se comporta de manera similar para la variable altura de planta y la interacción entre los Factores (A x B), no presentaron diferencias significativas.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para altura de planta en el cultivo de albahaca con tres variedades y dos densidades de plantación.

| FV          | GL | SC      | CM      | Fc       | Ft 0.05 | Ft 0.01 |
|-------------|----|---------|---------|----------|---------|---------|
| Bloque      | 2  | 111.029 | 55.514  | 1.67 ns  | 4.10    | 7.56    |
| Variedad    | 2  | 872.060 | 436.030 | 13.17 ** | 4.10    | 7.56    |
| Densidad    | 1  | 29.425  | 29.425  | 0.88 ns  | 4.96    | 10.04   |
| Interacción | 2  | 43.750  | 21.875  | 0.66 ns  | 4.10    | 7.56    |
| Error Exp.  | 10 | 331.002 | 33.100  |          |         |         |
| Total       | 17 |         |         |          |         |         |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados,  
 CM = cuadrados medios, Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
 NS = No significativo  
 \*\* = Altamente significativo  
**CV** = 15.48 %

La variabilidad que presentó la altura de planta a través del coeficiente de variación de 15.48 %, encontrándose dentro de los rangos aceptables, esto implica que los datos merecen confianza en los resultados obtenidos, según Calzada (1982).

Por las comparaciones según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad entre las variedades, la mayor altura alcanzada fue para la variedad Genovesa con 45.26 cm seguida por Morada con 37.98 cm y Hoja de lechuga con 28.27 cm; se evidencia en el Cuadro 6, que no hay diferencias entre la variedad Genovesa y Morada, así como entre la variedad Morada y Hoja de lechuga, en cambio la variedad Genovesa es diferente a la variedad Hoja de lechuga.

Esta diferencia se puede atribuir probablemente a las características genéticas de cada variedad, al tipo de suelo, factor ambiental, nutrición, exposición solar y mayor volumen de sustrato en el aporque que toma la raíz de la planta, por lo tanto el proceso de vegetación de las plantas desarrollarán su sistema radicular y continuamente asimilarán nuevas partes del suelo para absorber los nutrientes y agua.

**Cuadro 6.** Comparación de promedios en cm, por la Prueba Múltiple de Dunca al 0.05 para la altura de planta en las variedades de albahaca a dos densidades de plantación.

| <b>Variedad</b> | <b>Altura (cm)</b> | <b>Duncan 0.05</b> |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| Genovesa        | 45.26              | A                  |
| Morada          | 37.98              | AB                 |
| Hoja de lechuga | 28.27              | B                  |

En tanto que, según el análisis del suelo del lugar del experimento tiene un alto contenido de nitrógeno, a esto López (1994), en el cultivo de cebolla encontró que el efecto del nitrógeno incrementa la altura de planta; asimismo Ledesma (1990), menciona que el nitrógeno es sumamente importante para el desarrollo en longitud de las plantas, por tanto existe mayor vigor vegetativo traduciéndose en el aumento de la velocidad de crecimiento.

Chilón (1997), sostiene que el suministro de nitrógeno tiende a aumentar el crecimiento de la parte aérea de la planta de igual manera el fósforo presente permite el uso de dosis óptimo de fertilizante nitrogenada. Gola (1965), menciona que el crecimiento sufre continuas variaciones, algunas de éstas dependen de factores externos, pues no siendo constantes la temperatura, luminosidad, etc., en el ambiente en que se comportan las plantas. A su vez Centellas (1999), reporta en un ensayo de lechuga bajo ambiente protegido, distintas densidades y diferentes niveles de estiércol de ovino, concluye que las mayores densidades afectan a la turgencia en las células por competencia de agua, aire de estomas y reducción de fotosíntesis en las hojas.

En el Cuadro 7 y la Figura 1 se presentan el resumen de los resultados de la altura de planta para las variedades y densidades de plantación.

**Cuadro 7.** Promedios en altura de planta en cm por variedad de albahaca y densidad de plantación en Coroico.

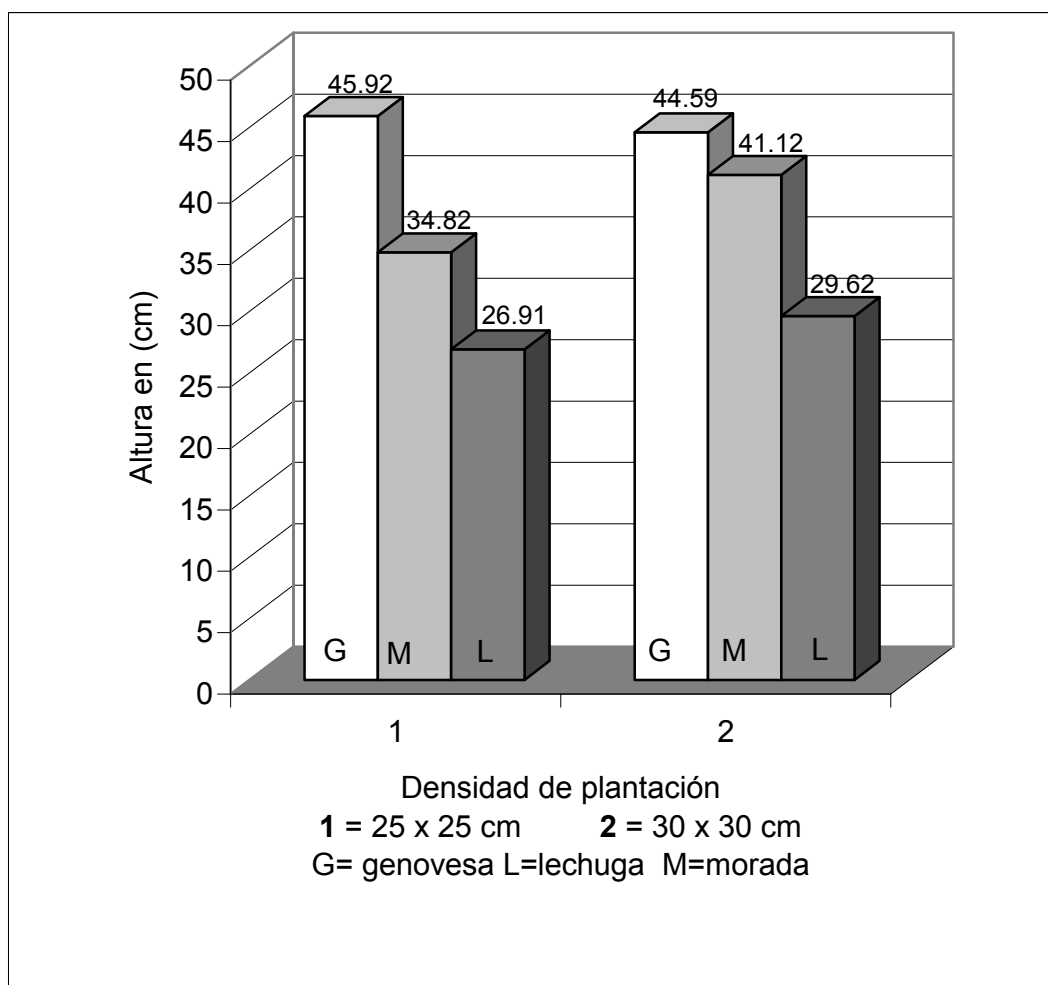
| Variedad        | Densidad de plantación |            |
|-----------------|------------------------|------------|
|                 | Densidad A             | Densidad B |
| Genovesa        | 45.92                  | 44.59      |
| Morada          | 34.82                  | 41.12      |
| Hoja de lechuga | 26.91                  | 29.62      |

Los promedios obtenidos entre las variedades con la densidad A (25 x 25 cm surco/planta) es para: Genovesa 45.92 cm, Morada 34.82 cm y Hoja de lechuga 26.91 cm, donde las fluctuaciones de los promedios entre la primera y la segunda cifra es 11.10 cm y entre la primera y la tercera cifra es 19.01 cm.

La respuesta de la variedad Genovesa fue mejor para ambas densidades de plantación, sometidas a estas condiciones climáticas de la región de Apanto, atribuyéndose que cada planta asimila mejor la absorción de nutrientes por las labores culturales realizadas.

Respecto a los promedios entre las variedades para la densidad B (30 x 30 cm surco/planta) es para: Genovesa 44.59 cm, Morada 41.12 cm y Hoja de lechuga 29.62 cm, donde la diferencia de los promedios entre la primera y la segunda es 3.47 cm y entre la primera y la tercera cifra es 14.97 cm. Esta diferencia de la densidad A probablemente sea afectada por el tipo de suelo, luego a la poca absorción de nutrientes y agua del suelo.





**Figura 1.** Promedios en altura de planta (cm) por variedades de albahaca

### 5.3 Rendimiento en materia fresca

En el Cuadro 8 se presenta el análisis de varianza para el rendimiento en materia fresca del cultivo de albahaca.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para el rendimiento en materia fresca de variedades de albahaca y densidades de plantación en Coroico.

| FV          | GL | SC      | CM      | Fc      | Ft 0.05 | Ft 0.01 |
|-------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bloque      | 2  | 1013.52 | 506.76  | 0.74 ns | 4.10    | 7.56    |
| Variedad    | 2  | 4037.20 | 2018.60 | 2.95 ns | 4.10    | 7.56    |
| Densidad    | 1  | 106.775 | 106.77  | 0.15 ns | 4.96    | 10.04   |
| Interacción | 2  | 1935.87 | 967.93  | 1.41 ns | 4.10    | 7.56    |
| Error Exp.  | 10 | 6838.50 | 683.85  |         |         |         |
| Total       | 17 |         |         |         |         |         |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados,  
CM = cuadrados medios, Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
ns = no significativo  
CV = 26.05 %

Del cuadro anterior podemos observar con respecto al factor A, no presenta significancia por lo que las variedades no tienen efecto en el rendimiento de ésta hortaliza.

Por otra la densidad de plantación (Factor B) y la interacción (A x B) variedad por distancia de plantación son no significativas, por lo que las distancias de plantación no tienen efecto en el rendimiento del cultivo de albahaca; en cuanto a la interacción los factores en estudio son independientes para la variable rendimiento del cultivo de albahaca.

El coeficiente de variación de 26.05 %, se encuentra dentro el rango de confiabilidad, por lo que son confiables los resultados, tal como menciona Calzada (1982).

Vázquez (1990), indica que la competencia entre las plantas, causada por la densidad de población, es un factor muy importante en el desarrollo y la acumulación de materia seca por planta. El rendimiento biológico de la planta aumenta con la reducción de la densidad de población, mientras que los rendimientos por área disminuyen.

El resumen de los resultados para los rendimientos en materia fresca expresados en kg/ha de albahaca se presentan en el Cuadro 9 y Figura 2.

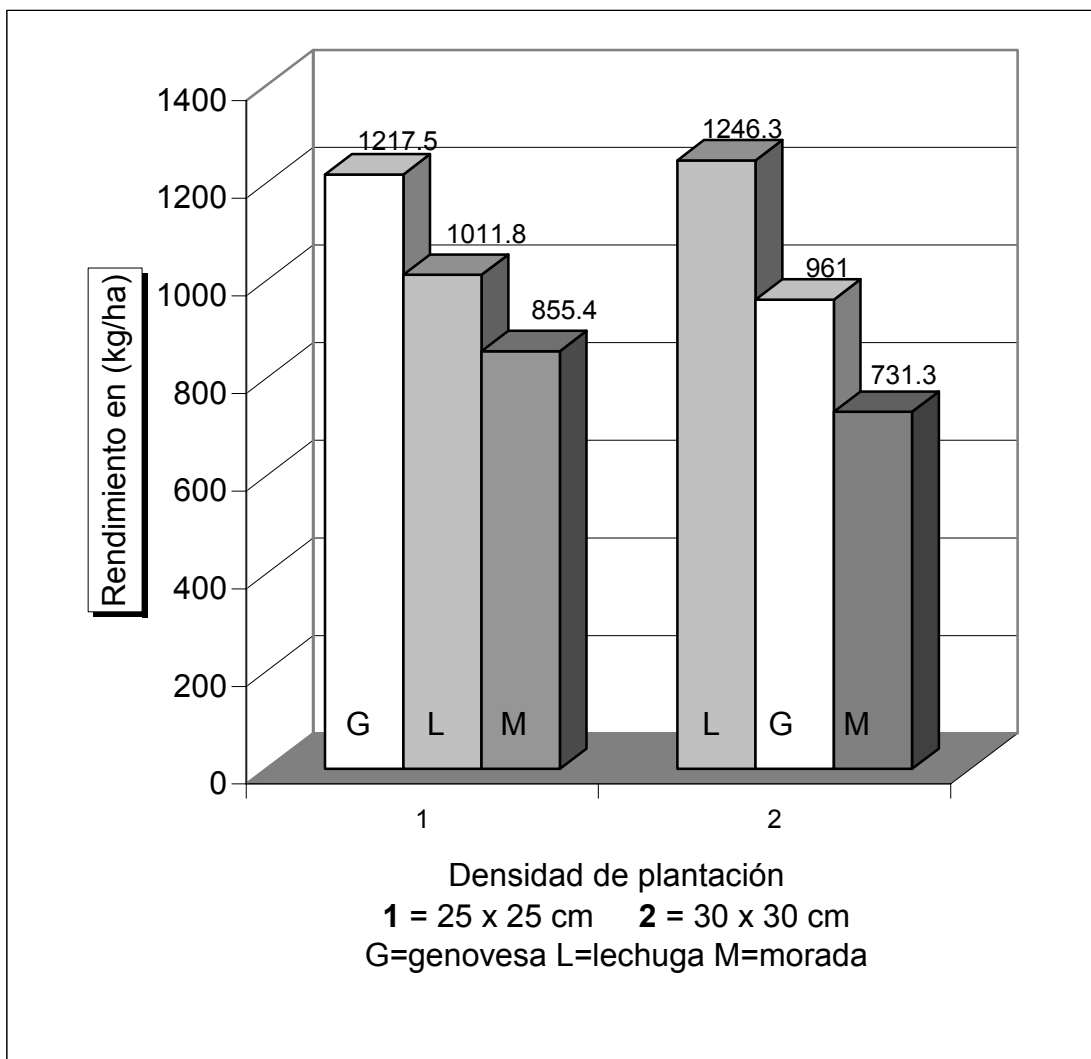
**Cuadro 9.** Promedios en rendimiento de materia fresca en kg/ha de variedades de albahaca a dos densidades de plantación en Coroico.

| Variedad        | Densidad de plantación |            |
|-----------------|------------------------|------------|
|                 | Densidad A             | Densidad B |
| Genovesa        | 1217.50                | 961.00     |
| Morada          | 855.40                 | 731.30     |
| Hoja de Lechuga | 1011.80                | 1246.30    |

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Cuadro 9, se puede observar que la variedad que obtuvo mejor comportamiento para la variable rendimiento fue la variedad Genovesa con 1217.50 kg en la densidad de plantación A (25 x 25 cm surco/planta).

Con respecto a la densidad B (30 x 30 cm surco/planta) el mejor cultivar fue Hoja de lechuga con 1246.30 kg, esto se debe probablemente al porte pequeño que presenta, con hojas de mayor tamaño creando sombra para que la humedad no se disipe, por tanto favorece a la mejor absorción de agua y nutrientes para su desarrollo fisiológico.

La densidad de plantación que corresponde a 25 x 25 cm surco/planta obtuvo mayor rendimiento con la variedad Genovesa 1217.50 kg y Morada con 855.40 kg, debido probablemente a las características genéticas de cada variedad en estudio, por otra el área del experimento presentó alto contenido de nitrógeno y el factor ambiental pudiendo ser favorable en el rendimiento.



**Figura 2.** Promedios en rendimiento de materia fresca (kg/ha) de variedades de albahaca.

Para la densidad B, los tratamientos se ven afectados adversamente obteniéndose rendimientos inferiores, que pueden deberse al tipo de suelo, luego a la poca absorción de agua y nutriente limitada en el suelo.

Al respecto Guzmán citado por Ramallo (2002), menciona que en la horticultura no es solo importante el rendimiento sino la calidad del producto por lo que recomienda efectuar un análisis integral de las densidades de plantación por que éste factor cumple un rol importante en la calidad del producto hortícola.

#### 5.4 Rendimiento en materia seca de la planta

Los datos de materia seca de la planta, para el análisis de varianza, se expresan en el Cuadro 10, donde se reporta que no presenta diferencias significativas para la densidad de plantación, así como para la interacción de los factores, por otra el peso seco entre las variedades presentan diferencias significativas, por lo que las variedades tienen efecto en el rendimiento.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para el rendimiento en materia seca de la planta de variedades de albahaca a dos densidades de plantación en Coroico.

| <b>FV</b>   | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>Ft 0.05</b> | <b>Ft 0.01</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| Bloque      | 2         | 28.555    | 14.277    | 0.91 ns   | 4.10           | 7.56           |
| Variedad    | 2         | 132.603   | 66.301    | 4.25 *    | 4.10           | 7.56           |
| Densidad    | 1         | 0.00      | 0.00      | 0.00 ns   | 4.96           | 10.04          |
| Interacción | 2         | 20.221    | 10.111    | 0.64 ns   | 4.10           | 7.56           |
| Error Exp.  | 10        | 155.72    | 15.572    |           |                |                |
| Total       | 17        |           |           |           |                |                |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad SC = suma de cuadrados,  
 CM = cuadrados medios Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
 ns = no significativo  
 \* = significativo  
**CV** = 27.36 %

El coeficiente de variación de 27.36 %, se encuentra dentro el rango del confiabilidad, por lo que son confiables los resultados, tal como menciona Calzada (1982).

Mediante la comparación de promedios mostrada en el Cuadro 11 a través de la prueba múltiple Duncan al 5 % de significancia se evidencia que la variedad Genovesa y Hoja de lechuga son similares, en cambio la variedad Morada es

diferentes a la Genovesa y Hoja de lechuga, por otra el mayor rendimiento que obtuvo fue la variedad Genovesa con 168.50 kg, seguida por Hoja de lechuga con 157.80 kg y Morada con 106.30 kg, estas diferencias sean probablemente por las características genéticas que presenta cada variedad para formar tallos de mayor volumen, la arquitectura de la planta para la fotosíntesis, las condiciones climáticas de la región y el muestreo realizado en la cosecha.

**Cuadro 11.** Comparación de promedios por la Prueba Múltiple de Duncan al 0.05 para la variable rendimiento en materia seca de variedades de albahaca.

| <b>Variedad</b> | <b>Rendimiento (kg/ha)</b> | <b>Duncan 0.05</b> |
|-----------------|----------------------------|--------------------|
| Genovesa        | 168.50                     | A                  |
| Hoja de lechuga | 157.80                     | A                  |
| Morada          | 106.30                     | B                  |

Vázquez (1990), menciona que la competencia que se establece entre las plantas por el agua, los nutrientes minerales y la luz, es un factor determinante en la producción de la materia seca. El asombreo de las plantas de una población puede ser una causa limitante del desarrollo normal de estas. La luz inicia el proceso fotosintético y la producción de materia seca, por lo que es en gran parte el balance existente entre la fotosíntesis y la respiración.

Cuando el crecimiento es exuberante, la acumulación de sustancias de reserva disminuye considerablemente y afecta el rendimiento agrícola, como sucede cuando se aplican fertilizantes nitrogenados y agua en exceso, principalmente en condiciones de cultivo temporal con altas temperaturas y lluvias, mientras que en condiciones de sequía tienden a disminuir el crecimiento del follaje.

Por otra las características genotípicas y fenotípicas son elementos importantes en la tendencia que presenta la planta a la acumulación de la materia seca. Dichas características genéticas de una variedad determinan cuáles son sus hábitos de crecimiento, aun cuando estos pueden ser alterados en algo por la influencia del ambiente

Por otra Arada (1990), menciona que cuando se origina un déficit en la humedad atmosférica se produce una pérdida en la turgencia de las células, lo

que puede conducir a una disminución de su resistencia frente a determinadas enfermedades, por tanto los rendimientos serán menores.

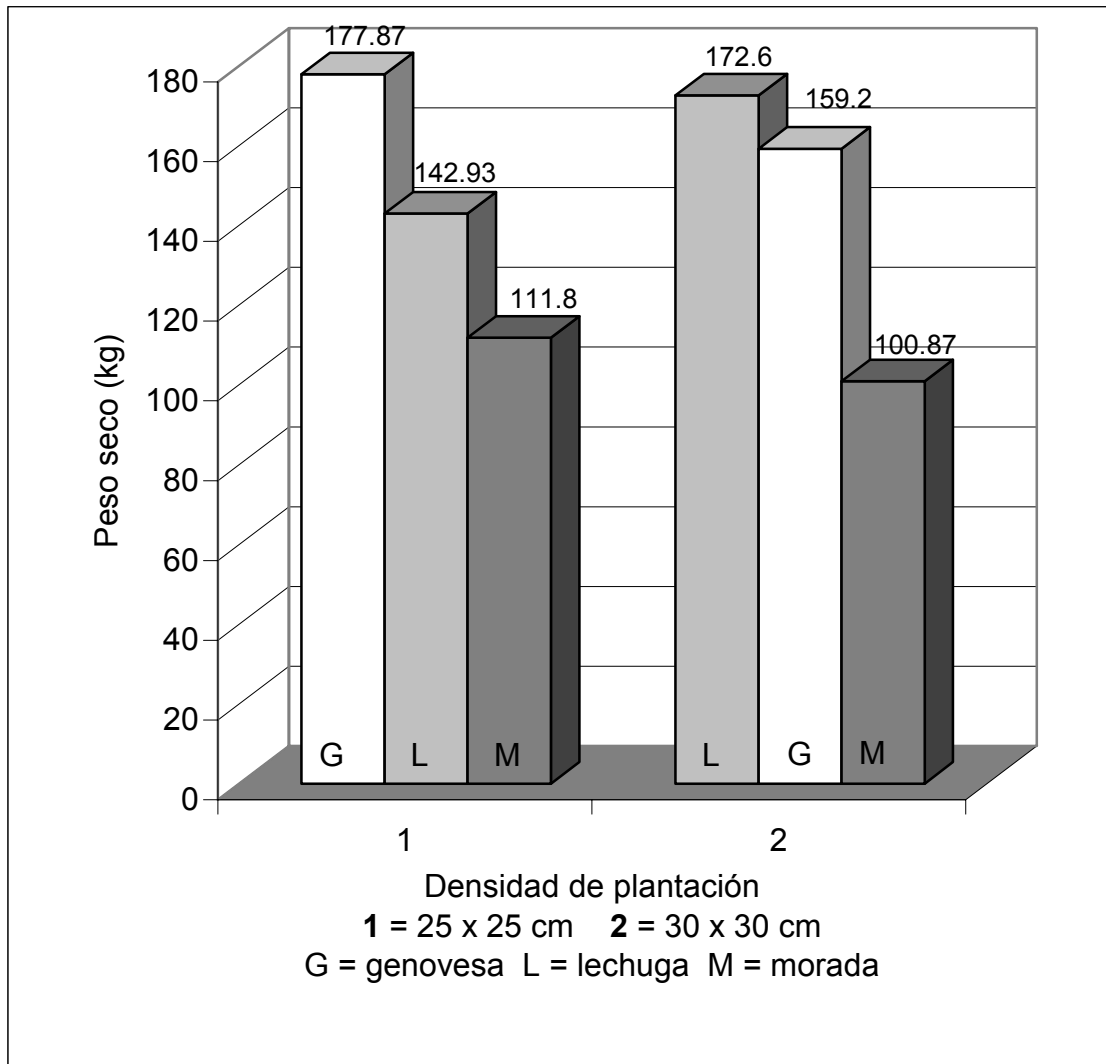
Los resultados de la materia seca de la planta, se detallan en el Cuadro 12 y Figura 3.

**Cuadro 12.** Promedios de materia seca de la planta en kg/ha, para las variedades de albahaca a dos densidades de plantación en Coroico

| Variedad        | Densidad de plantación |            |
|-----------------|------------------------|------------|
|                 | Densidad A             | Densidad B |
| Genovesa        | 177.87                 | 159.20     |
| Morada          | 110.80                 | 100.87     |
| Hoja de lechuga | 142.93                 | 172.60     |

Los promedios que se obtuvieron bajo la densidad de plantación A (25 x 25 cm surco/planta) para la materia seca es: Genovesa 117.87 kg, Hoja de lechuga 142.93 kg y Morada con 110.80 kg, existiendo una diferencia entre variedad Genovesa y Lechuga de 34.94 kg, menor en relación a la variedad Hoja de lechuga.

Cuando las variedades estuvieron bajo la densidad de plantación B (30 x 30 cm surco/planta) se obtuvo para: Genovesa 159.20 kg, Morada 100.87 kg y variedad Hoja lechuga 172.60 kg, la diferencia entre Genovesa y Morada es 58.33 kg, inferior a la variedad Genovesa. Las fluctuaciones de los promedios de las densidades de plantación A y B no muestran diferencias estadísticas entre si, pero si numéricamente.



**Figura 3.** Promedios de la materia seca de la planta (kg/ha) en variedades de albahaca



De acuerdo a los resultados en el Cuadro 12, se puede observar que la variedad Genovesa obtuvo el mayor rendimiento en materia seca con la densidad de plantación A, por tanto su adaptabilidad fue mejor con respecto a la variedad Morada, esto se puede atribuir a las características genéticas que presenta para formar su arquitectura, la absorción de nutrientes y la resistencia a las condiciones climáticas de la región.

Con respecto a la variedad Hoja de lechuga se comportó mejor en la densidad de plantación B frente a la densidad A, atribuyéndola por sus características arquitectónicas que presenta, hojas de mayor tamaño y porte pequeño donde ocupa mayor espacio de terreno por ende la fotosíntesis será mayor para la fisiología de cada planta.

### 5.5 Número de hojas por planta

El análisis de varianza del Cuadro 13, para el número de hojas muestra los resultados altamente significativos para la variedad, esto se debe que el comportamiento es diferente en número de hojas para cada variedad, por el contrario la densidad de plantación y la interacción no presentó diferencias significativas, por tanto los distintos densidades de plantación no afectan en el número de hojas, siendo similares para ambas densidades.

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para el número de hojas de las variedades de albahaca a dos densidades de plantación en Coroico.

| FV          | GL | SC       | CM       | Fc      | Ft 0.05 | Ft 0.01 |
|-------------|----|----------|----------|---------|---------|---------|
| Bloque      | 2  | 1153.18  | 576.59   | 0.78 ns | 4.10    | 7.56    |
| Variedad    | 2  | 38406.66 | 19203.33 | 26.04** | 4.10    | 7.56    |
| Densidad    | 1  | 195.06   | 195.06   | 0.26 ns | 4.96    | 10.04   |
| Interacción | 2  | 301.318  | 150.65   | 0.20 ns | 4.10    | 7.56    |
| Error Exp.  | 10 | 7374.05  | 737.40   |         |         |         |
| Total       | 17 |          |          |         |         |         |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados,  
 CM = cuadrados medios, Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
 ns = no significativo  
 \*\* = altamente significativo  
 CV = 22.68 %

Se tiene un coeficiente de variación del orden 22.68 % que se encuentra en un rango aceptable para trabajos de investigación lo que nos indica un manejo adecuado de las unidades experimentales, según Calzada (1982).

Los resultados del número de hojas varían entre variedades, así a través de la prueba de rango múltiple de Duncan podemos evidenciar que la variedad Morada resultó ser la mejor con un promedio de 175.35 hojas, en comparación a Genovesa con 121.52 hojas y Hoja de lechuga con 62.25 hojas, demostrándose de ésta manera que entre las variedades existen diferencias altamente significativas, como se puede observar en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Comparación de promedios por la Prueba Múltiple de Duncan al 0.05 para la variable número de hojas en variedades de albahaca.

| <b>Variedad</b> | <b>Número de hojas</b> | <b>Duncan 0.05</b> |
|-----------------|------------------------|--------------------|
| Morada          | 175.35                 | A                  |
| Genovesa        | 121.52                 | B                  |
| Hoja de lechuga | 62.25                  | C                  |

De los resultados obtenidos se puede inferir que la diferencia de número de hojas de las variedades se deba a las características genéticas, fisiología de cada cultivar, temperatura y el hábito de crecimiento en la región de Apanto.

Vargas (1995), manifiesta que en la horticultura intensiva es necesario determinar la presión poblacional adecuada de cada variedad y área geográfica, para poder hacer un manejo adecuado del cultivo y tener rendimientos con buena calidad de producto.

Por su parte Chilón (1997), manifiesta que el aumento de la proporción aérea respecto a las raíces con el incremento de suministro de nitrógeno, además favorece el desarrollo de los órganos vegetativos. Tisdale (1991), menciona que cuando hay un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosas crecimientos gevetativos y un intenso color verde y cuando las cantidades de nitrógeno son insuficientes los hidratos de carbono se depositan en las células vegetativas causando una adelgazamiento de las mismas. El nitrógeno de las proteínas se transforma en una forma soluble, es trasladado a las regiones meristemáticas activas y empleado en la síntesis del nuevo protoplasma.

Yágodin (1986), confirma que la absorción más intensa de nitrógeno del suelo por las plantas y su empleo para la síntesis de aminoácidos y proteínas tiene lugar en el periodo de máximo crecimiento y formación de órganos vegetativos como los tallos y hojas.

Márquez (1991), considera que la adaptabilidad es el comportamiento de un genotipo o una población genotípica en un ambiente y la adaptabilidad es la capacidad de hacerlo en diferentes ambientes. Epenhuijsen (1989), menciona que un conteo de hojas sirve para estimar área foliar, siendo necesario once hojas para el periodo de frutos.

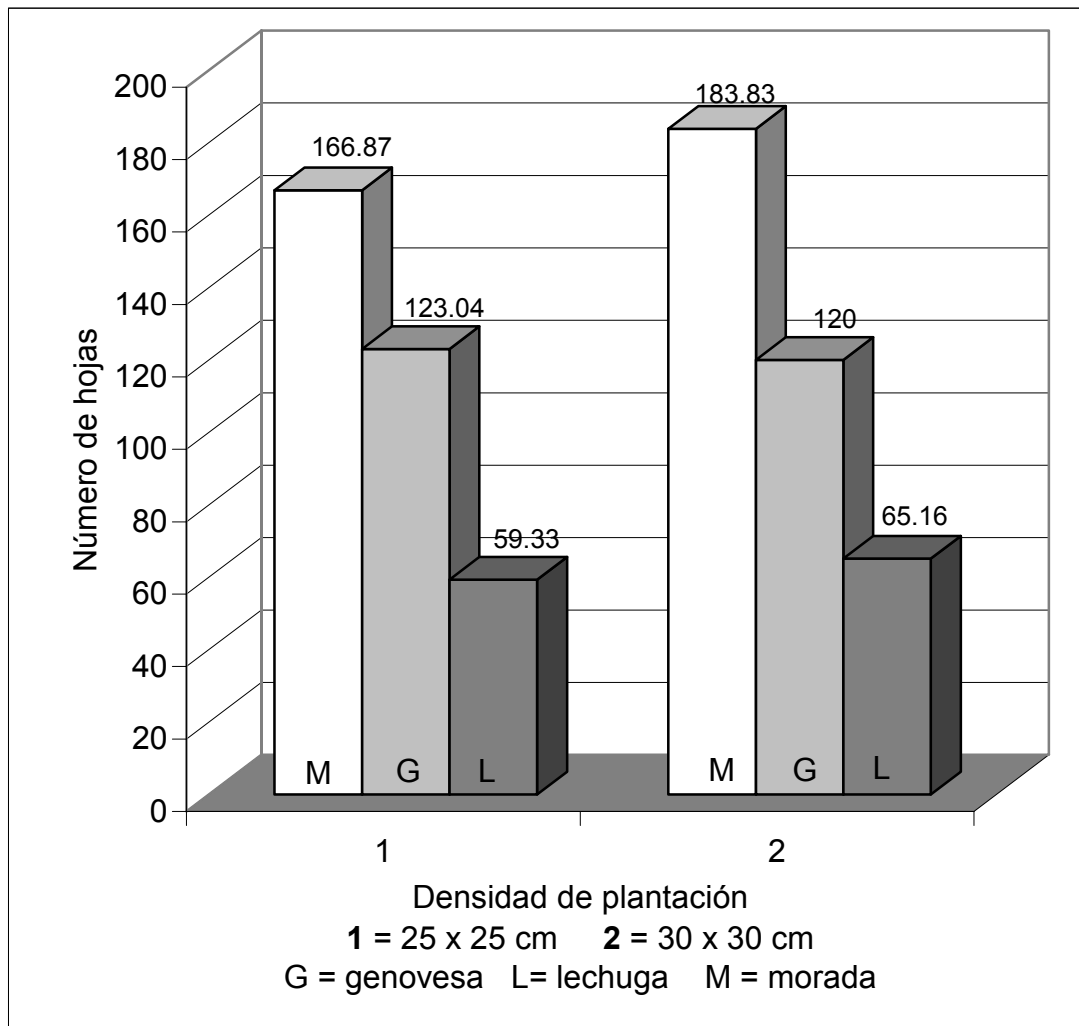
Para tener referencia del número de hojas del presente ensayo, se efectuó un resumen de datos que se presenta en el Cuadro 15 y Figura 4.

**Cuadro 15.** Promedios en número de hojas por planta, para cada variedad de albahaca en dos densidades de plantación en Coroico.

| Variedad        | Densidad de plantación |            |
|-----------------|------------------------|------------|
|                 | Densidad A             | Densidad B |
| Genovesa        | 123.04                 | 120.00     |
| Morada          | 166.87                 | 183.83     |
| Hoja de lechuga | 59.33                  | 65.16      |

En el cuadro anterior se observa que la respuesta de la variedad Morada fue superior en número de hojas con la densidad B con promedio de 183.83 hojas, seguida por la densidad A con la misma variedad con 166.87 hojas, donde esta última con respecto a la densidad B presentó una diferencia de 16.96 hojas menos.

Para la densidad de plantación A, la variedad que muestra resultados superiores a los demás es: Morada 166.87 hojas, Genovesa con 123.04 hojas, y Hoja de lechuga 59.33 hojas, donde la diferencia de la primera a la última es de 63.71 hojas más.



**Figura 4.** Promedios en número de hojas por planta en variedades de albahaca

Para la densidad de plantación B, la variedad que muestra resultados superiores a los demás es: Morada con 183.83 hojas, Genovesa con 120 hojas y variedad Hoja de lechuga con 65.16 hojas, donde existe una diferencia entre la primera y la última de 54.84 hojas más.

### 5.7 Número de días a la floración

En el Cuadro 16, se muestra el análisis de varianza para el número de días a la floración por variedades, trasplantadas a dos densidades en la comunidad de Apanto.

**Cuadro 16.** Análisis de varianza para el número de días a la floración de variedades de albahaca trasplantadas a dos densidades en Coroico

| FV          | GL | SC     | CM     | Fc      | Ft 0.05 | Ft 0.01 |
|-------------|----|--------|--------|---------|---------|---------|
| Bloque      | 2  | 1.441  | 0.720  | 0.60 ns | 4.10    | 7.56    |
| Variedad    | 2  | 68.773 | 34.386 | 28.90** | 4.10    | 7.56    |
| Densidad    | 1  | 0.054  | 0.054  | 0.04 ns | 4.96    | 10.04   |
| Interacción | 2  | 31.445 | 0.722  | 0.60 ns | 4.10    | 7.56    |
| Error Exp.  | 10 | 11.894 | 1.189  |         |         |         |
| Total       | 17 |        |        |         |         |         |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad SC = suma de cuadrados,  
 CM = cuadrados medios Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
 ns = no significativo  
 \*\* = altamente significativo  
 CV = 1.81 %

Según el análisis de varianza la densidad de plantación presenta no significativa estadísticamente, teniendo un comportamiento similar. Por otra las variedades dieron alta significancia, pudiendo atribuirse a las características genotípicas y condiciones climáticas del lugar.

El coeficiente de variación es 1.81 % que permite deducir que hubo un buen manejo de las unidades experimentales; pese a que al extraer de la almaciguera de albahaca no se tuvo homogeneidad en cuanto a tamaño y grosor de los tallos, observándose que las plántulas de mayor tamaño tendieron a prenderse más rápidamente.

Por otra se observó un crecimiento heterogéneo desde el transplante hasta la floración.

La prueba Duncan al 5 % de probabilidad Cuadro 17, nos indican que la variedad Hoja de lechuga es diferente respecto a la variedad Genovesa y Morada, esta diferencia se deba posiblemente a las características genéticas de la planta, temperatura, medio ambiente y fisiología de cada planta.

**Cuadro 17.** Comparación de promedios por la Prueba Múltiple de Duncan al 0.05 para la variable días a la floración en variedades de albahaca

| <b>Variedad</b> | <b>Días a la floración</b> | <b>Duncan 0.05</b> |
|-----------------|----------------------------|--------------------|
| Hoja de lechuga | 63.00                      | A                  |
| Genovesa        | 59.33                      | B                  |
| Morada          | 58.50                      | B                  |

Se observa que el número promedio de días a la floración para la variedad Hoja de lechuga fue la más alta con un valor de 63 días, en comparación a la variedad Genovesa que obtuvo 59.33 días y la variedad Morada 58.50 días.

La variedad Genovesa es estadísticamente similar a la variedad Morada esta igualdad posiblemente se deba a las características genéticas de cada cultivar, precoz, temperatura, nutrición y al factor ambiente de la región.

Al respecto Weaver (1996), menciona que la iniciación floral, al igual que otras procesos fisiológicos, se determina mediante el genotipo, en otras el genotipo puede interactuar con condiciones ambientales específicas, para provocar la iniciación floral, las dos condiciones más importantes son la baja temperatura y un margen específico de iluminación.

Gola (1965), sostiene que la falta de luz o por lo menos de algunos radiaciones, determina una floración escasa y cuando al comienzo de su desarrollo se presentan fríos intempestivos, algunas plantas florecen precozmente.

El Cuadro 18 y Figura 5, muestran los resultados referentes al número de días a la floración.

**Cuadro 18.** Número de días a la floración para las variedades de albahaca plantadas a dos densidades en Coroico

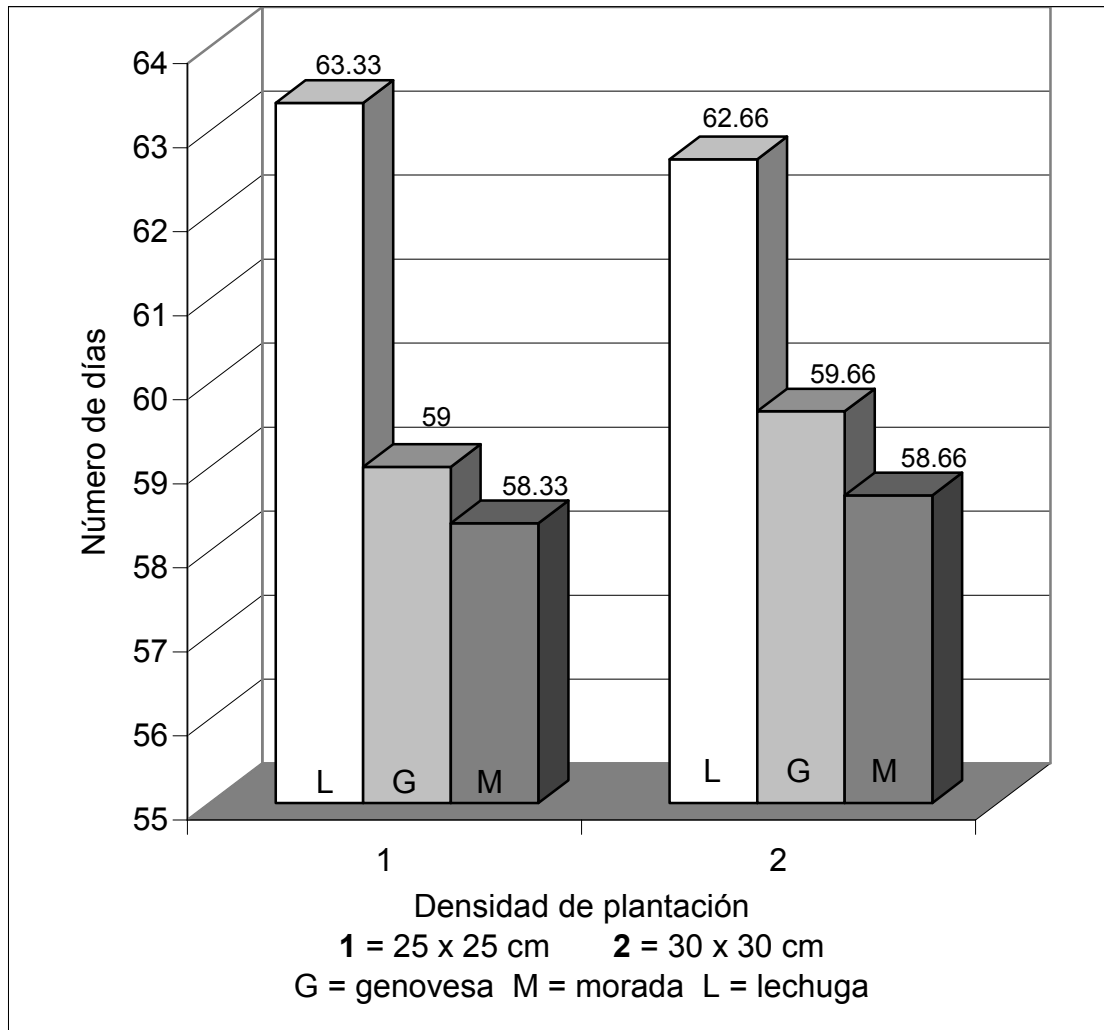
| Variedad        | Densidad de plantación |            |
|-----------------|------------------------|------------|
|                 | Densidad A             | Densidad B |
| Genovesa        | 59.00                  | 59.66      |
| Morada          | 58.33                  | 58.66      |
| Hoja de lechuga | 63.33                  | 62.66      |

Se observa que en la densidad de plantación A (25 x 25 cm surco/planta), la variedad Hoja de lechuga fue superior en número de días a la floración con 63.33 días, seguida por Genovesa con 59 días y Morada con 58.33 días, donde existe una diferencia de la primera a la tercera de 5 días, esto se deba a las características genéticas, y las condiciones climáticas.

Por otra en la densidad de plantación B (30 x 30 cm surco/planta) fue el mejor promedio para la variedad Hoja de lechuga con 62.66 días seguida por Genovesa con 59.66 días y Morada con 58.66 días donde la última con respecto a Hoja de lechuga dio una diferencia de 3.67 días.

### **5.8 Peso de semilla**

El Cuadro 18 muestra el análisis de varianza para el peso de semillas de albahaca por variedades, donde se reporta una alta significancia para las mismas, del cual se puede inferir que las variedades tuvieron diferente comportamiento en las condiciones climáticas de la comunidad de Apanto, en tanto que para el bloque fue significativo, denotando la variabilidad por la gradiente de fertilidad debido a la pendiente, por otra la densidad de plantación y la interacción presentan no significancia.



**Figura 5.** Número de días a la floración de tres variedades de albahaca en Coroico



**Cuadro 19.** Análisis de varianza para el peso de semilla de las variedades de albahaca trasplantadas a dos densidades en Coroico

| FV          | GL | SC    | CM    | Fc      | Ft 0.05 | Ft 0.01 |
|-------------|----|-------|-------|---------|---------|---------|
| Bloque      | 2  | 5.518 | 2.75  | 5.12 *  | 4.10    | 7.56    |
| Variedad    | 2  | 44.47 | 22.23 | 41.34** | 4.10    | 7.56    |
| Densidad    | 1  | 1.31  | 1.31  | 2.43 ns | 4.96    | 10.04   |
| Interacción | 2  | 0.57  | 0.28  | 0.53 ns | 4.10    | 7.56    |
| Error Exp.  | 10 | 5.37  | 0.53  |         |         |         |
| Total       | 17 |       |       |         |         |         |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad SC = suma de cuadrados,  
 CM = cuadrados medios Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
 ns = no significativo  
 \*\* = altamente significativo  
**CV** = 18.52 %

El coeficiente de variación es 18.52 % permite deducir que hubo un buen manejo de las unidades experimentales en la producción de semillas de albahaca, bajo las dos densidades de plantación siendo confiable la información reportada, según Calzada (1982).

La comparación de promedios se presenta en el Cuadro 20, a través de la prueba múltiple de Duncan al 5 % de significancia para el peso de semilla de albahaca, no fue significativo estadísticamente para las densidades, probablemente se deba a la poca distancia de separación entre plantas.

**Cuadro 20.** Comparación de promedios según la Prueba Múltiple de Duncan para el peso de semilla en kg/ha por variedades de albahaca a dos densidades de plantación en Coroico.

| Variedad        | Rendimiento (kg/ha) | Duncan 0.05 |
|-----------------|---------------------|-------------|
| Genovesa        | 61.83               | A           |
| Morada          | 29.03               | B           |
| Hoja de lechuga | 27.97               | B           |

Por la prueba Duncan se encontró, que entre las variedades existe significancia obteniéndose mayor cantidad de semillas en la variedad Genovesa con 61.83 kg, en comparación a la variedad Morada con 29.03 kg y Hoja de lechuga con 27.97 kg como valor inferior.

De acuerdo a estas observaciones se puede inferir a las características genéticas de cada variedad, temperatura, nutriente y la operabilidad de las

prácticas culturales como aporque, influyen absolutamente en el rendimiento de la semilla en las variedades de albahaca.

Por otra se puede atribuir a la morfología de la semillas, en tanto que la variedad Genovesa presenta semillas de mayor tamaño con respecto a la variedad Morada y Hoja de lechuga.

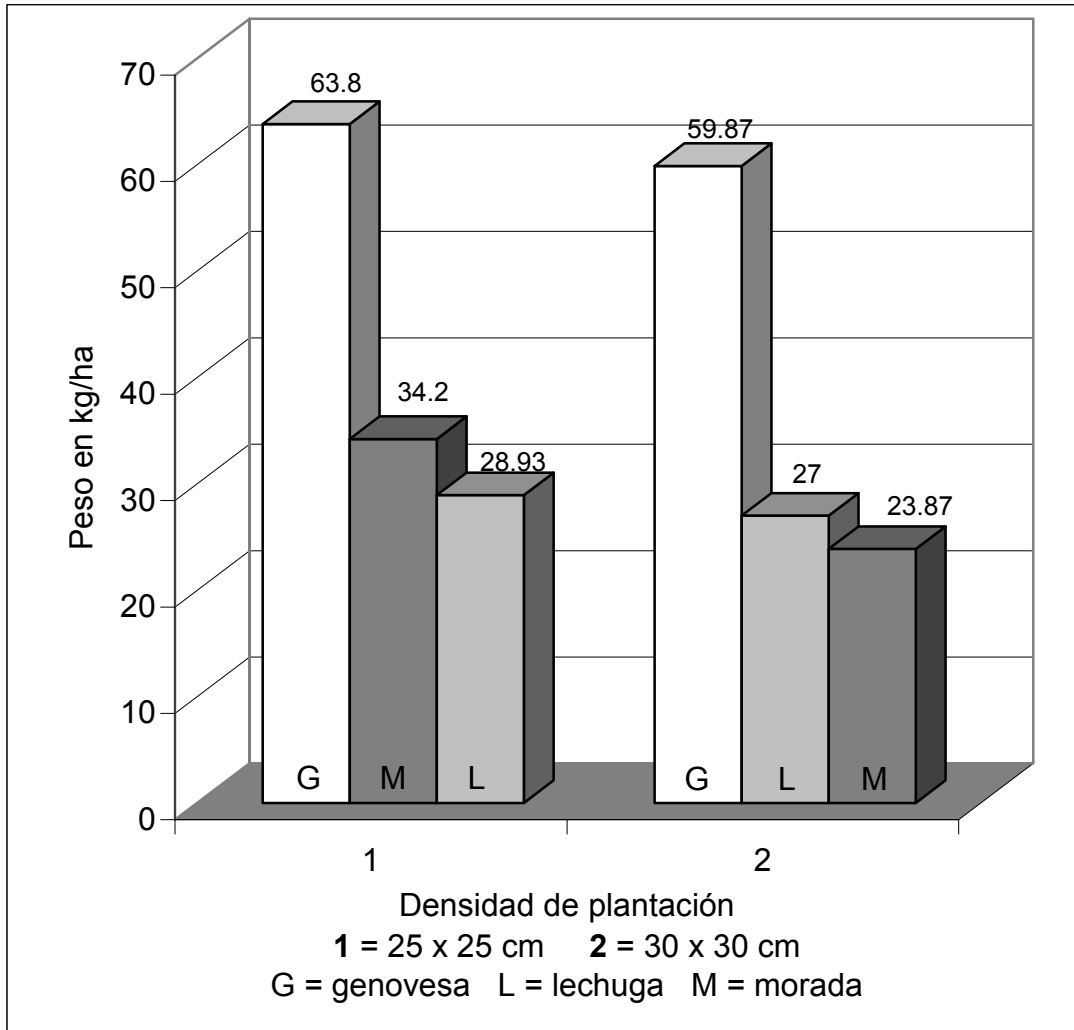
Por los resultados que se tiene en el análisis de suelo la FAO (1983), indica que el nutriente clave para lograr un rendimiento óptimo de las semillas es el nitrógeno, de la misma manera el fósforo es un nutriente importante porque es un componente de las semillas, caso contrario las respuestas suelen ser menores. Por su parte Chilón (1997), menciona que el fósforo favorece la fase reproductiva de la planta en la madurez, calidad del fruto y semilla. Yágodin (1986), afirma que a medida que madura el cultivo, la mayor parte del fósforo asimilable se concentrando en las semillas y frutos.

Los resultados de peso promedio de semilla, se detallan en el Cuadro 21 y Figura 6.

**Cuadro 21.** Peso promedio de semilla en kg/ha de variedades de albahaca trasplantas a dos densidades en Coroico

| Variedad | Densidad de plantación |            |
|----------|------------------------|------------|
|          | Densidad A             | Densidad B |
| Genovesa | 63.80                  | 59.87      |
| Morada   | 34.20                  | 23.87      |
| Lechuga  | 28.93                  | 27.00      |

En el cuadro anterior se observa que la densidad de plantación A (25 x25 cm surco/planta) tiene mayor peso de semilla para la variedad Genovesa con 63.80 kg, seguida por Morada con 34 kg y Hoja de lechuga con 28.93 kg, la diferencia entre la variedad Genovesa y Hoja de lechuga es 34.87 kg más.



**Figura 6.** Peso promedio de semilla en kg/ha de variedades de albahaca

Por otra la densidad B (30 x 30 cm surco/planta) presenta con mayor peso la variedad Genovesa con 59.87 kg seguida por Hoja de lechuga con 27 kg y Morada con 23.87 kg, esta última se diferencia de la variedad Genovesa con 36 kg menos.

Las diferencias entre las variedades se puede atribuir al poder genético que presenta para el rendimiento de semilla, al ambiente de la región, fertilidad del suelo y las labores culturales realizadas como aporque, desmalezado..

### 5.9 Cobertura foliar

El análisis de varianza para la cobertura foliar al 5 % y al 1 % de probabilidad indica que la fuente de variación: variedades (Factor A), densidad de plantación (Factor B) y la interacción (A x B) son no significativos, entonces podemos concluir que la respuesta es similar para la variable cobertura foliar, probablemente sean por las condiciones climáticas, suelo, de la comunidad de Apanto, ver Cuadro 22.

**Cuadro 22.** Análisis de varianza para la cobertura foliar de las variedades de albahaca trasplantadas a dos densidades en Coroico.

| FV          | GL | SC       | CM       | Fc       | Ft 0.05 | Ft 0.01 |
|-------------|----|----------|----------|----------|---------|---------|
| Bloque      | 2  | 26478.02 | 13239.01 | 3.56 ns  | 4.10    | 7.56    |
| Variedad    | 2  | 18343.83 | 9171.91  | 2.46 ns  | 4.10    | 7.56    |
| Densidad    | 1  | 553.72   | 553.72   | 0.14 ns  | 4.96    | 10.04   |
| Interacción | 2  | 16.99    | 8.49     | 0.002 ns | 4.10    | 7.56    |
| Error Exp.  | 10 | 37162.15 | 3716.21  |          |         |         |
| Total       | 17 |          |          |          |         |         |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados,  
 CM = cuadrados medios, Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
 ns = no significativo  
 \*\* = altamente significativo  
**CV** = 19.39 %

El coeficiente de variación es 19.39 % valor aceptable dentro de lo que es el máximo coeficiente de variación, para los trabajos de investigación para organismos vivos, por lo tanto se llega a deducir que hubo un buen manejo experimental, según Calzada (1982).

Al respecto Barrientos (2002), indica en su trabajo de investigación de fertilidad y densidades de plantación en el cultivo de coliflor no encontró diferencias entre densidades de 30 cm, 40 cm, 50 cm demostrándose que no existe muchas diferencias cuando se planta a estas distancias. Radford (1967), menciona que la determinación de cobertura foliar reviste en gran importancia, ya que es una medida necesaria para el computo de la intensidad de asimilación de las plantas, parámetros de gran relevancia cuando se efectúa el análisis de crecimiento de un cultivo.

Es importante considerar la expansión foliar, así se presentan en el Cuadro 23 y la Figura 7.

**Cuadro 23.** Promedios de expansión foliar en cm<sup>2</sup> para las variedades de albahaca trasplantadas a dos densidades en Coroico.

| Variedad        | Densidad de plantación |            |
|-----------------|------------------------|------------|
|                 | Densidad A             | Densidad B |
| Genovesa        | 365.00                 | 351.16     |
| Morada          | 306.83                 | 297.29     |
| Hoja de lechuga | 287.77                 | 277.87     |

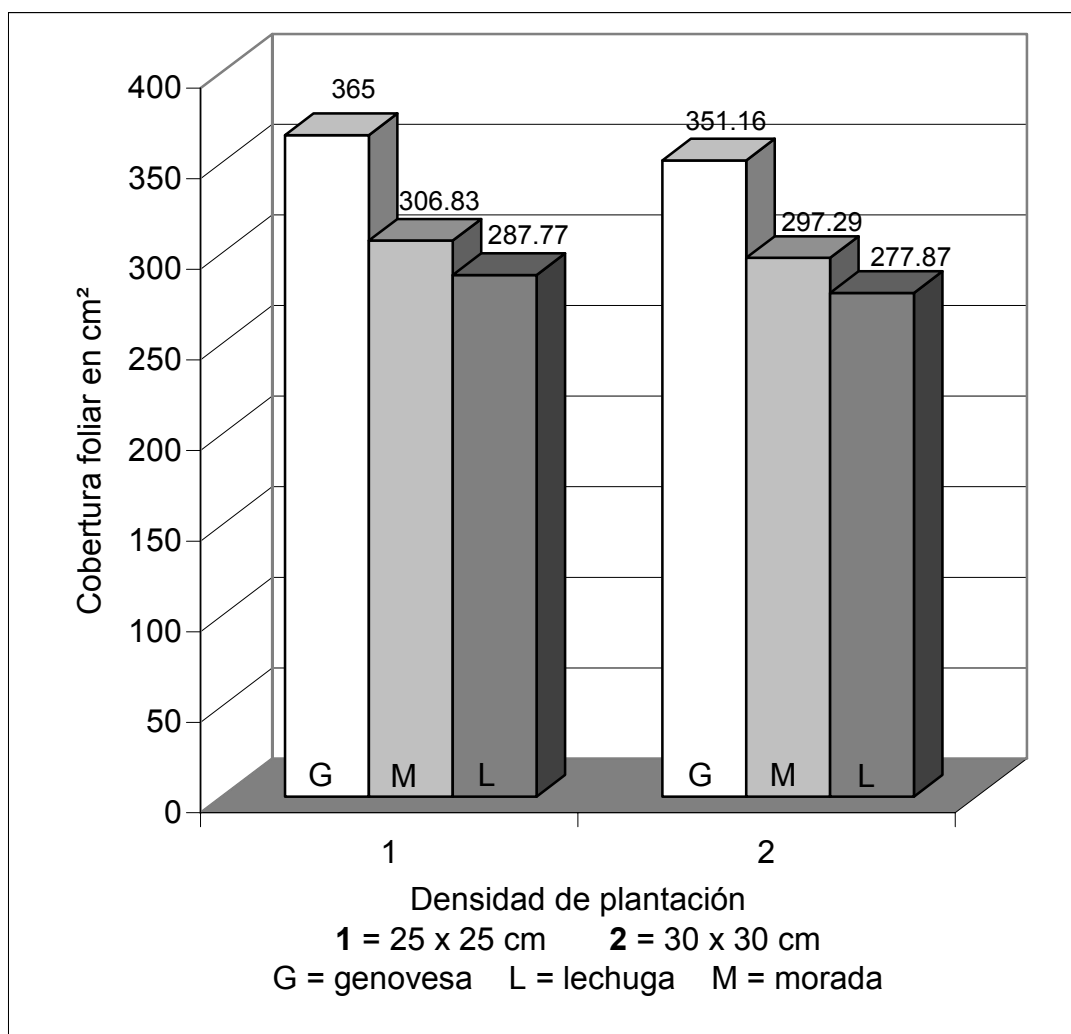
Al analizar ésta variable de gran importancia comercial, observamos que la variedad Genovesa es el cultivar con mejor cobertura foliar para ambas densidades de plantación con 365 y 351.16 cm<sup>2</sup>, debido a que presenta hojas medianamente grandes y tallos moderadamente largos, por tanto ocupa mayor espacio, por otra la variedad Morada alcanzó 306.83 y 297.29 cm<sup>2</sup>, contrariamente el cultivar Hoja de lechuga presentó 287.77 y 277.87 cm<sup>2</sup>, que presenta hojas de gran superficie, llegando a medir en ocasiones 15 cm de largo y 13 cm de ancho, pero con pocas hojas por planta no encontrándose diferencias significativas entre las variedades.

Al ocurrir cierta disminución de la cobertura foliar se producirá menor capacidad fotosintética, lo que puede repercutir que la parte radical disminuya y con ésta la capacidad de absorción de agua y nutrientes esenciales para el crecimiento. Esto probablemente afecte a algunas de las variables como en el caso del peso seco de la parte aérea del cual disminuye ligeramente, la longitud del tallo aumenta sensiblemente y el diámetro del tallo se reduce.

Vásquez (1990), menciona que al aumentar la cobertura foliar de una planta, la fotosíntesis total aumenta por existir una mayor superficie total de hojas expuestas a la luz, por otra cuando la población es mas densa o cuando hay aumento de la cobertura foliar sobre la misma superficie del terreno, las hojas se sombrean mutuamente cada vez y se limita la actividad fotosintética.

A causa de la menor fotosíntesis y la respiración y a medida que aumenta el área foliar, la producción de materia seca como producto de ambos procesos tiende a disminuir.

Méndez (1993), señala que el área foliar es uno de los parámetros muy importantes en la evaluación de crecimiento; la determinación adecuada de la misma es fundamental, para la correcta interpretación de los procesos en una especie vegetal. Por su parte Coombs (1990), recomienda que el área foliar debe ser medida lo más pronto posible después de cosechar. Así mismo Kramer (1974), señala que la reducción de la superficie foliar suele tener por resultado en las hojas restantes un aumento del coeficiente de pérdida de agua por unidad de superficie, finalmente las dimensiones y la forma de las hojas afectan también al coeficiente de transpiración por unidad de superficie foliar.



**Figura 7.** Promedio de cobertura foliar en cm<sup>2</sup> en variedades de albahaca

## 5.10 Largo y ancho de la hoja

El Cuadro 24 muestra el análisis de varianza para el largo y ancho de la hoja de albahaca por variedades (Factor A), donde se reporta una alta significancia para las mismas, del cual se puede inferir que las variedades tuvieron diferente comportamiento por las características genéticas que presenta, arquitectura de cada variedad, el ambiente, nutrición, radiación solar y las labores culturales. En tanto que para la densidad de plantación (Factor B) y la interacción (A x B) no presentaron significancia en tanto el comportamiento de ambas densidades es similar.

**Cuadro 24.** Análisis de varianza para el largo y ancho de hoja de las variedades de albahaca trasplantadas a dos densidades en Coroico.

| FV          | GL | SC       | CM      | Fc       | Ft 0.05 | Ft 0.01 |
|-------------|----|----------|---------|----------|---------|---------|
| Bloque      | 2  | 48.94    | 24.47   | 0.32 ns  | 4.10    | 7.56    |
| Variedad    | 2  | 14476.10 | 7238.05 | 95.74 ** | 4.10    | 7.56    |
| Densidad    | 1  | 43.30    | 43.30   | 0.57 ns  | 4.96    | 10.04   |
| Interacción | 2  | 270.81   | 135.40  | 1.79 ns  | 4.10    | 7.56    |
| Error exp.  | 10 | 756.00   | 75.60   |          |         |         |
| Total       | 17 |          |         |          |         |         |

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados,  
 CM = cuadrados medios Fc = prueba de significancia, Ft = significancia al 5 % y 1 %  
 ns = no significativo  
 \*\* = altamente significativo  
**CV** = 17.34 %

El coeficiente de variación de 17.34 % demuestra confiabilidad de los datos ya que hubo un buen manejo de las unidades experimentales en el cultivo de albahaca bajo las dos densidades de plantación, según Calzada (1982).

En el Cuadro 25 se observan los resultados de largo y ancho de hoja varían entre variedades, así a través de la prueba de rango Duncan podemos evidenciar que la variedad Hoja de lechuga resultó ser mayor promedio con 87.96 cm<sup>2</sup>, en comparación a Genovesa con 42.84 cm<sup>2</sup> y Morada con 19.66 cm<sup>2</sup>, demostrándose de esta manera que las variedades se comportan de diferente manera a las condiciones de la comunidad de Apanto.



**Cuadro 25.** Comparación de promedios según la Prueba Múltiple de Duncan para el ancho y largo de hoja en variedades de albahaca a dos densidades de plantación en Coroico.

| <b>Variedad</b> | <b>Largo y ancho de hoja (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>Duncan 0.05</b> |
|-----------------|---|--------------------|
| Hoja de lechuga | 87.96   | A                  |
| Genovesa        | 42.84   | B                  |
| Morada          | 19.66   | C                  |

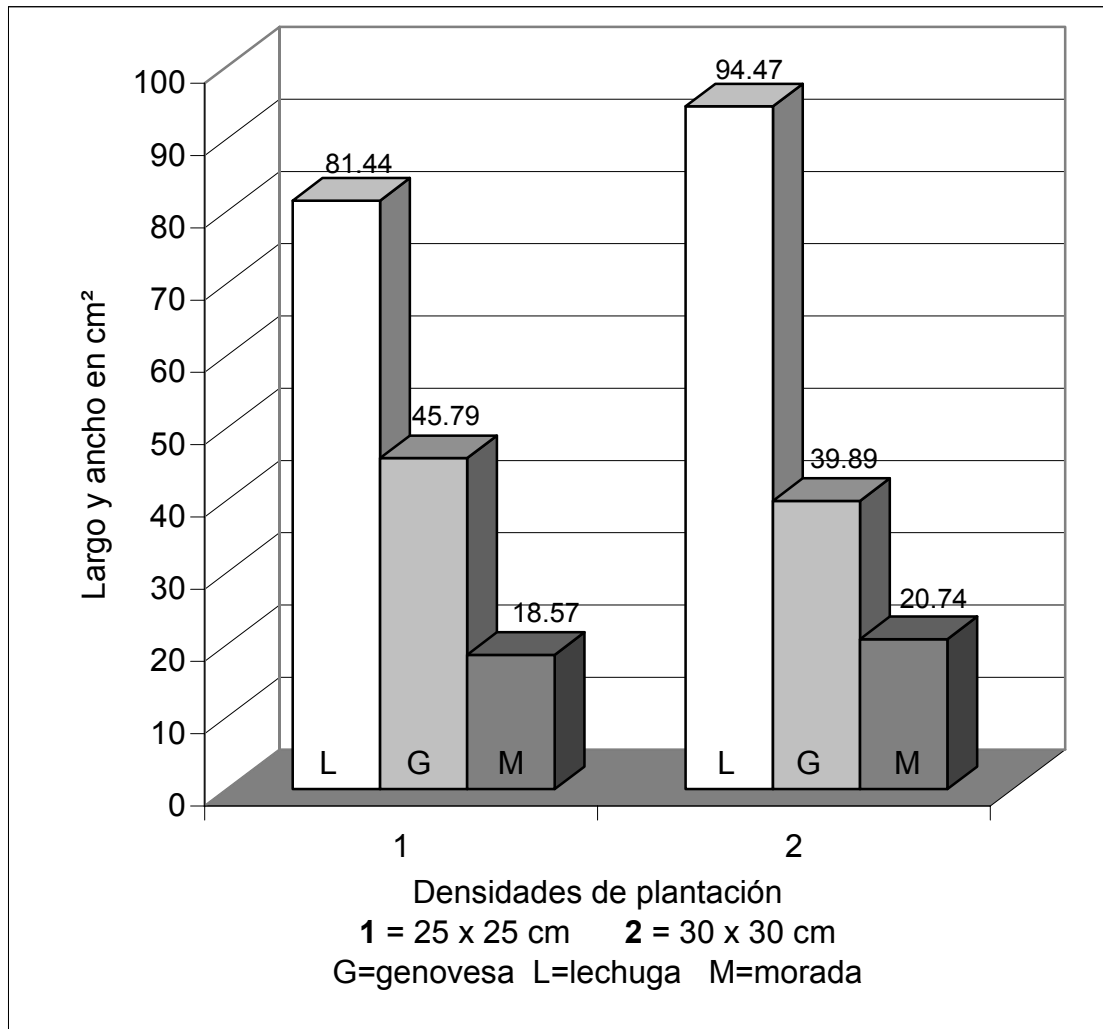
Smith y Kliewer (1984), encontraron que el producto del largo por el ancho de la hoja entrega una estimación del área foliar. También Ackley (1958), encontró que las variables mejor relacionadas con el área foliar eran el largo máximo y ancho máximo y el producto de ambos. A su vez Manivel (1974), también encontró que las variables, largo y ancho estiman en forma independiente un área foliar satisfactoria.

Kramer (1974), menciona que la estructura de la hoja está modificada en forma significativa por el ámbito en que se desarrollan, por otra señala que la superficie total de la hoja y la ordenanza de orientación de las hojas en las plantas tienen efectos significativos sobre la pérdida de agua de plantas y hojas individuales. La orientación de la hoja puede afectar al coeficiente de transpiración, porque las hojas que forman ángulos rectos con los rayos de sol están más calientes que las paralelas a la radiación incidente.

En el Cuadro 26 y Figura 8, se presentan los resultados sobre el largo y ancho de la hoja, para las variedades de albahaca y densidades de plantación.

**Cuadro 26.** Promedios del largo y ancho de hoja en cm<sup>2</sup> para las variedades de albahaca trasplantadas a dos densidades en Coroico.

| <b>Variedad</b> | <b>Densidad de plantación</b> |                   |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|
|                 | <b>Densidad A</b>             | <b>Densidad B</b> |
| Genovesa        | 45.79                         | 39.89             |
| Morada          | 18.57                         | 20.74             |
| Hoja de lechuga | 81.44                         | 94.47             |



**Figura 8.** Promedios de largo y ancho de hoja en cm<sup>2</sup> en variedades de albahaca

En el cuadro anterior se puede observar que la densidad de plantación A (25 x 25 cm surco/planta) presenta con mayor tamaño de hoja la variedad Hoja de lechuga

con 81.44 cm<sup>2</sup>, seguida por Genovesa con 45.79 cm<sup>2</sup> y Morada con 18.57 cm<sup>2</sup>. Respecto a la densidad B (30 x 30 cm surco/planta) se evidencia el mejor promedio para la variedad Hoja de lechuga con 94.47 cm<sup>2</sup>, seguida por Genovesa con 39.89 cm<sup>2</sup> y Morada con 20.74 cm<sup>2</sup>.

La variedad Morada presenta hojas finamente aserradas, lampiñas, de 2 a 3 cm de largo y de 1 a 1.5 cm de ancho, la Genovesa tiene hojas de 8 a 9 cm de largo y 4 a 5 cm de ancho, en cambio la variedad Hoja de lechuga presenta láminas grandes hasta 15 cm de largo y 13 de ancho, siendo una variedad de menor porte y con el mayor tamaño de hojas, esto se puede inferir a las características genéticas propias de cada planta.

### **5.11 Análisis económico**

Se estableció el análisis económico en base a las recomendaciones de Perrín, *et al.*, (1979), conteniendo el presupuesto parcial de la producción de albahaca tal como se presenta en el Cuadro 27.

El mayor beneficio neto se obtuvo a través de la densidad 30 x 30 cm entre planta, con la variedad Hoja de lechuga con 29.46 Bs/m<sup>2</sup>, y un costo de producción de 15.40 Bs/m<sup>2</sup>, la variedad Genovesa con 19.19 Bs/m<sup>2</sup>, obtiene el segundo promedio a un costo de 15.40 Bs/m<sup>2</sup> y para la Morada se tiene un beneficio neto de 10.92 Bs/m<sup>2</sup> y un costo de 15.49 Bs/m<sup>2</sup>.

Para la densidad de plantación 25 x 25 cm entre planta, la variedad que tuvo mayor beneficio neto fue Genovesa con 26.93 Bs/m<sup>2</sup>, y su costo de producción es 16.90 Bs/m<sup>2</sup>, seguida por Hoja de lechuga con 19.52 Bs/m<sup>2</sup> frente el costo de producción de 16.90 Bs/m<sup>2</sup>, por último la Morada con 13.89 Bs/m<sup>2</sup>, y su costo variable es de 16.90 Bs/m<sup>2</sup>.

En lo referente a la relación beneficio costo, se tiene que el tratamiento V3B perteneciente a la segunda densidad de plantación, presentó el mayor beneficio,

con una relación beneficio costo de 1.91 valor que nos indica que por cada boliviano invertido en la producción de albahaca se logra una ganancia de 1.91 bolivianos, indicándonos que es justificable la producción con la densidad de plantación 30 x 30 cm entre planta y surco, en la producción de albahaca

En segundo lugar se tiene al tratamiento V1A, con una relación beneficio costo de 1.60, pese a que este tratamiento no obtuvo buen rendimiento y un beneficio aceptable, la producción de las hojas no se comparan a las otras variedades y en tercer lugar se tiene al tratamiento V2B correspondiente a la segunda densidad de plantación con una relación beneficio costo de 0.709, que nos indica que por cada boliviano invertido en la producción de albahaca se pierde bolivianos 0.70 aproximadamente, demostrando que no es justificable una inversión financiera bajo estas características para la producción, y por otra ésta variedad es desconocida en los mercados.

## VI. CONCLUSION

De acuerdo a las evaluaciones de campo y por los resultados se concluye que:

- La altura mayor de albahaca es para la variedad Genovesa seguida por Morada y Hojas de lechuga.
- Los rendimientos en materia fresca ocupó en primer lugar Hoja de lechuga seguida por Genovesa y la Morada, estadísticamente no presentaron diferencias significativas.
- La variedad que obtuvo el mayor rendimiento fue con Hoja de lechuga a una distancia de plantación de 30 x 30 cm entre planta y surco.
- La variedad que obtuvo el menor rendimiento fue con la variedad Morada a una distancia de plantación 30 x 30 cm entre planta y surco.
- Los rendimientos en peso seco de la planta fue para Genovesa, Hoja de lechuga y Morada, estadísticamente entre las variedades presentaron diferencias significativas.
- El mayor número de hojas fue para Morada seguida por Genovesa y Hoja de lechuga, estadísticamente presenta alta significancia entre las variedades.
- El tiempo promedio desde trasplante hasta la floración en la variedad Morada fue 58.50 días, para Genovesa 59.33 días y finalmente Hoja de lechuga floreció a los 63 días.
- El rendimiento de semilla de mayor a menor fue para la variedad Genovesa, Morada y Hoja de lechuga.

- La expansión foliar mejor fue para Genovesa, seguida de Morada y Hoja de lechuga, estadísticamente no presentaron diferencias significativas.
- El largo y ancho de hoja, para la variedad Hoja de lechuga presentó láminas con mayor promedio, seguida por Genovesa y Morada.
- El porcentaje de emergencia en las tres variedades fue para Genovesa con 30 %, Morada con 10 % y la variedad Hoja de lechuga con 8 %.
- La variedad Hoja de lechuga mostró excelentes características productivas, con un alto rendimiento en planta, hojas grandes, porte pequeño, con poca aceptación por el consumidor.
- La variedad Genovesa presentó porte alto, muy aromática y con bastante demanda por el consumidor.
- La variedad Morada presentó un follaje más ramificado y con bastante hojas pequeñas, moderadamente aromática, susceptible a plagas y precoz con respecto a las otras variedades.
- Con respecto a la adaptabilidad agronómica la mejor variedad fue Genovesa, seguida por la Morada y Hoja de lechuga.
- Financieramente el cultivo de albahaca es rentable, con la variedad Hoja de lechuga a una distancia de 30 cm entre surco y 30 cm entre planta, seguida por la densidad 25 cm entre surco y planta con la variedad Genovesa.

## **VII. RECOMENDACIONES**

El estudio permitió encontrar información inicial sobre el cultivo de albahaca en ésta región, por lo que se recomienda continuar los estudios en:

- Encaminar trabajos de investigación en otros cultivares que permitan elevar los rendimientos del cultivo.
- Encaminar estudios sobre niveles de fertilización para la producción de semilla y materia fresca.
- Estudiar la producción de semilla de albahaca, en diferentes regiones para su cualificación y su presentación en el mercado.
- Estudiar las épocas de plantación en diferentes ecosistemas bajo sistemas de riego.
- Investigar la reproducción asexual de la especie.

## VIII. RESUMEN

En la comunidad Apanto cantón Coroico provincia Nor Yungas del departamento de La Paz, ubicado geográficamente entre las coordenadas 16° 09' 32'' - 16° 17' 10'' latitud Sur y 67° 38' 0'' - 67° 44' 42'' de longitud Oeste a una altitud de 1230, se estudió la Respuesta de variedades de albahaca *Ocimum basilicum* L. a diferentes densidades, con el propósito de demostrar el efecto de la densidad de plantación en la producción de albahaca.

Las plántulas se originaron en almaciguera con 10 kg de arena fina, 15 kg de tierra del lugar, 11 kg de estiércol de oveja y 12 kg de limo, preparados individualmente en vasos, para asegurar la germinación uniforme y el fácil prendimiento en el terreno definitivo.

Se planteó bajo el diseño bloques al azar con arreglo factorial, con tres variedades de albahaca y dos densidades de plantación 30 x 30 cm surco/planta y 25 x 25 cm surco/planta, y seis tratamientos con tres repeticiones. Las variables evaluados fueron: altura de planta, rendimiento, número de hojas, peso de semilla, cobertura vegetal, porcentaje de emergencia, días a la floración

Para los rendimientos netos, la variedad Genovesa obtuvo mayor rendimiento con 109.57 g/m<sup>2</sup>, seguida por Hoja de lechuga con 91.06 g/m<sup>2</sup> y Morada 76.98 g/m<sup>2</sup>, bajo la densidad 25 x 25 cm surco/planta. Para la densidad 30 x 30 cm surco/planta se tuvo Hoja de lechuga con 112.16 g/m<sup>2</sup>, Genovesa 86.49 g/m<sup>2</sup> y Morada de 65.81 g/m<sup>2</sup>. Por los análisis de varianza se observó que no existen diferencias significativas para las densidades de plantación, como para la interacción variedad – densidad, mas al contrario las variedades de albahaca presentaron significancia.

El análisis económico de acuerdo al comportamiento agronómico nos reportó que la variedad Genovesa a 25 x 25 cm surco/planta y Hoja de lechuga a 30 x 30 cm surco/planta tienen menores costos de producción y mayor beneficio neto con relación a la variedad Morada.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, M. (1997). Bases científicas para una agricultura sustentable. Edición CIED. Lima- Perú. 512 p.
- ACKLEY, W. *et al.*, (1958). The use of linear measurements in estimating leaf areas. AMER. Soc. Hort. Sci. 330.
- AUBERT, C. (1997). El huerto ecológico. Editorial OASIS. Barcelona. 254 p.
- ARADA, O. (1990). Fundamentos de agroecología, Editorial Pueblo y Educación. Habana – Cuba. 128 p.
- AULD, M. *et al.*, (1998). Cocinando con hierbas. Editado por Amigos del Jardín Botánico. La Paz – Bolivia. 239 p.
- BARRIENTOS, A. (2002). Evaluación agronómica de dos factores de Producción de Coliflor (*Brassica oleraceae var. botrytis*) Fertilidad y Densidad. Tesis Ingeniero Agrónomo. Cochabamba-Bolivia. U.M.S.S.
- BARAHONA, S. (1975). Efecto del distanciamiento, densidad de siembra y variedad en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa*). Tesis, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno – Perú.
- BARREIRO, N. (2001). Cúrese usted mismo con ayuda de la naturaleza. Cochabamba – Bolivia. 212 p.
- BIRBUET, G. (1988). El consumo de Hortalizas en la ciudad de La Paz. SEMTA. La Paz – Bolivia. 74 p.
- BOHM, C. (1989). Enciclopedia de la jardinería. Editorial SUSAETA S.A. Checoslovaquia. 438 p.
- CALZADA, B. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. Editorial MILAGROS, S.A. Lima – Perú. 644 p.
- CENTELLAS, R. (1999). Respuesta del cultivo de lechuga en condiciones de invernadero a tres distancias de plantación y tres niveles de estiércol de ovino. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 79p.
- COLLURA, A. (1971). Manual para el cultivo de plantas aromáticas. Buenos Aires-Argentina. 234 p.
- COOMBS, J. *et. al.*, (1990). Técnicas de fotosíntesis y bioproductividad. Editorial Futura. México. 21p.
- CASTAÑON, P. (1981). Estado nutricional de la población boliviana, Ministerio de Planeamiento y Coordinación e Instituto Nacional de Alimentación y

- Nutrición. 135 p.
- CLEMENTI, J. (1982). La huerta familiar. Editorial Ateneo. Buenos Aires – Argentina. 166 p.
- CHILON, E. (1997). Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Edición CIDAT. La Paz – Bolivia. 185 p.
- DIMITRI, J. (1985). Tratado de morfología y sistemática vegetal. Editorial Acme, S.A. Buenos Aires – Argentina. 490 p.
- DE LUCCA, M. (1992). Flora medicinal boliviana. Diccionario enciclopédico. Editorial Los Amigos del Libro. Cochabamba – Bolivia. 498 p.
- EKANAYAKE, J. (1994). Estudio sobre el estrés por sequía y necesidad de riego en la papa. Guía de investigación CIP 30. La Molina. Lima-Perú. 22 p.
- FAO. (1983). Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Servicio de fertilizantes y nutrición de las plantas. Vol. IX. Roma. 120 p.
- FARRENY, D. (1979). Las hortalizas. Editorial Blume. México. 458 p.
- FARELL, G. (1984). The role of within mixed farming systems of Tlaxcala. México. Master's thesis. Univ. Calif. Berkeley.
- FONT QUER, P. (1980). Plantas medicinales. Editorial Labor, S.A. Barcelona – España. 1034 p.
- FERSINI, A. (1979). Horticultura práctica. Editorial Diana, S.A. México. 525 p.
- GIRAULT, L. (1987). Callahuaya, Curanderos Itinerantes de los Andes, Impresión Quipus. Editores UNICEF, OPS – OMS. La Paz – Bolivia. 670 p.
- GOLA, G. (1965). Tratado de botánica. Editorial Iberoamericano, S.A. Madrid. 1160 p.
- GORDON, H. (1992). Horticultura. Editorial A. G. T. S. A. México. 724 p.
- HAWLEY, G. (1975). Diccionario de química. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 1112 p.
- HARTMAN, F (1990). Invernaderos y ambientes atemperados, Editorial FADES Fundación para alternativas de desarrollo. La Paz – Bolivia. 131 p.
- HUAYNOCA, R. (2002). Evaluación del comportamiento y producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) bajo seis sustratos de alimentación, en la localidad de Coroico. Tesis Ingeniero Agrónomo, U.M.S.A. La Paz – Bolivia.
- JUSCAFRESCA, B. (1975). Flora medicinal, aromática. Editorial Aedos. España. 542 p.
- KRAMER, P. (1974). Relaciones hídricas de suelo y plantas. Editorial Edutex,

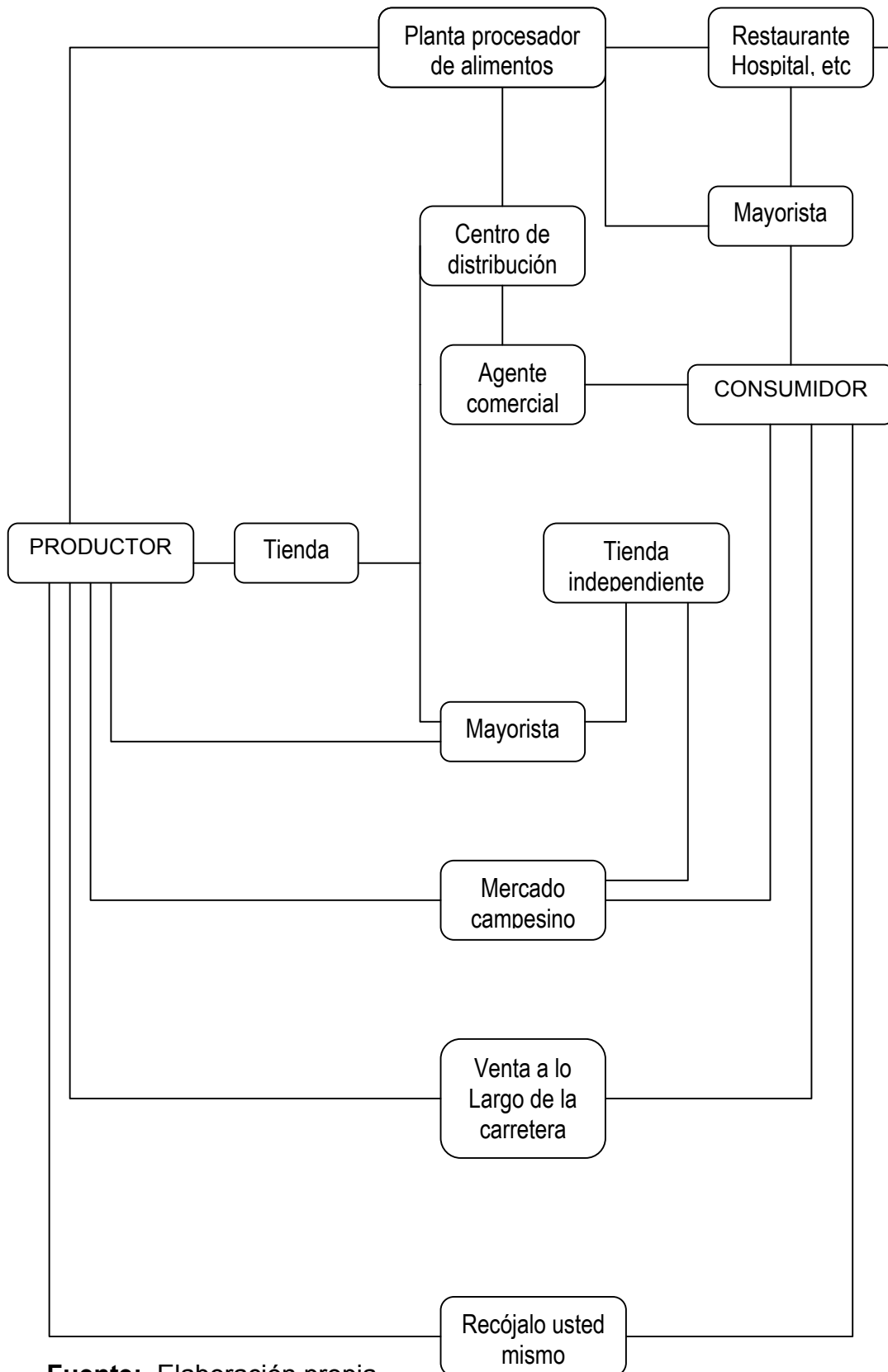
- S.A. México. 536 p.
- KOZEL, C. (1987). Por la senda de la salud. Editorial de la Misión. Bogota – Colombia. 265 p.
- LOMA, J. (1979). Genética general y aplicada. Editorial Hispano americano, S.A. México. 750 p.
- LOPEZ, M. (1994). Horticultura. Editorial Trillas S.A. México.
- LEDESMA, O. (1990). Fertilización química y orgánica en el cultivo de la coliflor *Brassica oleraceae var. Botrytis*. Tesis Licenciatura Ingeniero Agrónomo. Cochabamba – Bolivia. U.M.S.S.
- MANIVEL, L. (1974). Biometric correlations between leaf area and length measurement of Grenache grape leaves. Hort Science. 28 p.
- MARISCAL, A. (1992). Agroclimatología, Cuaderno de estudio. Universidad Tomas Frías. Potosí – Bolivia. 255 p.
- MARQUEZ, F. (1991). Genotecnia vegetal. Ed. AGT. Editor, S.A. Tomo I, II. México. 449 p.
- MARZOCA, A. (1985). Nociones básicas de taxonomía vegetal. IICA. San José – Costa Rica. 272 p.
- MAROTO, V. (1995). Horticultura herbácea especial. Editorial Mundi Prensa. Madrid – España.
- MENDEZ, F. (1993). Determinación del área foliar en plantas de caña de azúcar variedad c 323-68, consultado el 15 de febrero 2004. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/cana/cana1102/texto/determinación.htm>
- MUÑOZ, F. (1987) Plantas medicinales y aromáticas. Estudio, cultivo y Procesado. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 365 p.
- MUÑOZ, M. (2002). Tabla de valor nutritivo de alimentos. Editorial Trilla. México. 240 p.
- MONTES DE OCA, I. (1997). Geografía y recursos naturales de Bolivia. Impresión EDOBOL. La Paz – Bolivia. 614 p.
- MORENO, V. (1985). Memoria del undécimo seminario de recursos vegetales Promisorios. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmera, Valle – Colombia. 216 p.
- NORMAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS (1994). Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería. Dirección Nacional de Semillas. La Paz – Bolivia. 37 p.
- PANIAGUA, C. (s/a). Las plantas medicinales en el jardín. Editorial Susaeta S.A.

- Madrid – España. 77 p.
- PANIAGUA, C. (s/a). El huerto completo en poco espacio. Editorial Susaeta S.A.  
Madrid – España. 77 p.
- PARSON, D. (1989). Manual para educación agropecuaria. Editorial Trilla.  
México. 58 p.
- PAUNERO, I. (2001). Horticultura. Universidad Nacional de Cuyo – Instituto  
Nacional de Tecnología Agropecuario. Buenos Aires – Argentina.
- PERRIN, R *et al.*, (1976). Formulación de recomendaciones a partir de  
evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y  
Trigo (CIMMYT). Ediciones Las Américas. México. 48 p.
- PIÑÓN, P. (1987). Alimentación y Cocina natural. Editorial EDISAN S.A. Madrid  
– España. 64 p.
- RAYMOND, A. T. G (1989). Producción de semilla de plantas hortícolas. Edición  
Mundi – Prensa. Madrid – España. 453 p.
- RADFORD, P. (1967). Growth análisis formulae. Their use and abuse. Crop Sci.  
175 p.
- RIOTTE, L. (1988). Cultivo de huertos pequeños. Editorial Continental, S.A.  
México. 240 p.
- RODRÍGUEZ, R. (1997). Afrodisiacos naturales. Editorial Ibérica Grafic, S.A.  
España. 160 p.
- RODRÍGUEZ, C. (2000). Distancia de plantación en *Ocinum tenuiflorum* L.  
Estación Experimental de Plantas Medicinales Dr. Juan Tomas Rolg,  
Habana – Cuba. 41 p.
- ROJAS, P. F. (1996). Apuntes de botánica sistemática. Universidad Mayor de  
San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 120 p.
- RUÍZ, T. (1993). Manual de horticultura. La Paz – Bolivia. 60 p.
- SAINZ, S. J. (1991). Biotecnología, un modelo de modernización para la  
Universidad. Editorial UMSA. La Paz – Bolivia. 55 p.
- SMITH, R. Y KLIOWER, W. (1984). Estimation of Thompson Sedles grapermes  
leaf area. Am I. Enol. Vitic. 16 p.
- STEEL, R. Y TORRIE, J. (1996). Bioestadística principios y procedimientos.  
Segunda edición. Editorial McGraw-Hill. México. 622 p.
- SHINOHARA, S. (1989). Vegetable Seed Production Meted. Tokio – Japón.  
Authorized Agricultural. 143 p.
- SILGUY, C. (1999). La agricultura biológica. Editorial Acribia S.A. España. 64 p.

- SIMON, J. (1993). New aromatic lemon basil germplasm. New York. 632 p.
- STRASBURGER, E. (1986). Tratado de botánica. Editorial Marín, S.A.  
Barcelona España. 1098 p.
- SUQUILANDA, M. (1995). Plantas medicinales y hierbas aromáticas. Manual  
para la producción orgánica. Edición FUNDAGRO. Quito – Ecuador. 41 p.
- TISDALE, S. (1991). Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Limusa, S.A.  
México. 770 p.
- TORREZ, E. (1984). Agrometeorología. Editorial DIANA, S.A. México. 150 p.
- URQUIETA, S. (1974). Diccionario de medicina herbolaria. Editorial Nascimento,  
S.A. Santiago – Chile. 304p.
- VAZQUEZ, E. (1990). Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación.  
Habana – Cuba. 464 p.
- VILLARROEL, D. (1997). Manejo de Plagas. CADIA-MIP. Cochabamba –  
Bolivia. 146 p.
- YÁGODIN, B. (1986). Agroquímica. Editorial Mir. Moscú-URSS. 416 p.
- ZALLES, J. (1991). El verde de la salud. Ministerio de Previsión Social y Salud  
Pública. Cochabamba – Bolivia. 220 p.
- WEAVER, R. (1996). Reguladores del crecimiento de las plantas en la  
agricultura. Editorial Trillas. México. 622 p.

ANEXOS

**Anexo 2.** Formas de comercialización de las tres variedades de albahaca en Coroico.



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 3. Fig. 1** Campo experimental con las tres variedades de albahaca en estado de floración, en las condiciones agroecológicas de Apanto, coroico



**Fig. 2** Unidades experimentales, de la respuesta de las tres variedades de albahaca en las condiciones agroecológicas de Apanto, Coroico.



**Fig. 3** Respuesta de la variedad Hoja de lechuga a las condiciones agroecológicas de la comunidad de Apanto, Coroico



**Fig. 4** Respuesta de la variedad Morada a las condiciones agroecológicas de Apanto, Coroico.

**Fig. 5** Respuesta de la variedad Genovesa a las condiciones agroecológicas de Apanto, Coroico



#### Anexo 4.

Datos promedios de las variedades evaluadas en el cultivo de albahaca

##### 4.1 Altura de planta (cm)

| N° de tratamiento | Variedad | Densidad | Bloque |       |       | Promedio (cm) |
|-------------------|----------|----------|--------|-------|-------|---------------|
|                   |          |          | I      | II    | III   |               |
| 1                 | 1        | 1        | 52.16  | 41.57 | 44.05 | 45.92         |
| 2                 | 1        | 2        | 51.68  | 38.07 | 40.02 | 43.25         |
| 3                 | 2        | 1        | 28.56  | 35.66 | 40.25 | 34.82         |
| 4                 | 2        | 2        | 45.62  | 37.16 | 40.08 | 40.95         |
| 5                 | 3        | 1        | 29.02  | 30.62 | 21.11 | 26.91         |
| 6                 | 3        | 2        | 32.82  | 31.50 | 24.52 | 29.61         |
| Promedio (cm)     |          |          | 40.07  | 35.76 | 35.00 | 36.91         |

##### 4.2 Rendimiento en materia fresca (g/m<sup>2</sup>)

| N° de tratamiento            | Variedad | Densidad | Bloque |        |        | Promedio (g/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|----------|----------|--------|--------|--------|------------------------------|
|                              |          |          | I      | II     | III    |                              |
| 1                            | 1        | 1        | 129.66 | 112.14 | 123.46 | 121.75                       |
| 2                            | 1        | 2        | 147.46 | 67.06  | 73.78  | 96.10                        |
| 3                            | 2        | 1        | 72.08  | 95.00  | 89.54  | 85.54                        |
| 4                            | 2        | 2        | 78.44  | 68.72  | 72.24  | 73.13                        |
| 5                            | 3        | 1        | 94.64  | 137.00 | 71.92  | 101.18                       |
| 6                            | 3        | 2        | 133.44 | 152.70 | 107.76 | 131.30                       |
| Promedio (g/m <sup>2</sup> ) |          |          | 109.29 | 105.43 | 89.78  | 101.50                       |

##### 4.3 rendimiento en peso seco (g/m<sup>2</sup>)

| N° de tratamiento            | Variedad | Densidad | Bloque |       |       | Promedio (g/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|----------|----------|--------|-------|-------|------------------------------|
|                              |          |          | I      | II    | III   |                              |
| 1                            | 1        | 1        | 18.30  | 16.48 | 18.58 | 17.78                        |
| 2                            | 1        | 2        | 22.86  | 10.44 | 14.46 | 15.92                        |
| 3                            | 2        | 1        | 9.54   | 12.90 | 11.10 | 11.18                        |
| 4                            | 2        | 2        | 11.48  | 9.18  | 9.60  | 10.08                        |
| 5                            | 3        | 1        | 13.10  | 19.94 | 9.18  | 14.07                        |
| 6                            | 3        | 2        | 18.62  | 20.60 | 13.22 | 17.48                        |
| Promedio (g/m <sup>2</sup> ) |          |          | 15.65  | 14.92 | 12.69 | 14.42                        |

#### 4.4 Número de hojas por planta

| Nº de tratamiento | Variedad | Densidad | Bloque |        |        | Promedio |
|-------------------|----------|----------|--------|--------|--------|----------|
|                   |          |          | I      | II     | III    |          |
| 1                 | 1        | 1        | 151.00 | 99.12  | 119.00 | 123.04   |
| 2                 | 1        | 2        | 131.50 | 93.00  | 135.50 | 120.00   |
| 3                 | 2        | 1        | 132.50 | 171.25 | 196.87 | 166.87   |
| 4                 | 2        | 2        | 229.25 | 161.25 | 161.00 | 183.83   |
| 5                 | 3        | 1        | 64.00  | 71.50  | 42.50  | 59.33    |
| 6                 | 3        | 2        | 74.75  | 72.00  | 48.75  | 65.16    |
| Promedio          |          |          | 130.50 | 111.35 | 117.27 | 119.70   |

#### 4.5 cobertura foliar (cm<sup>2</sup>)

| Nº de tratamiento           | Variedad | Densidad | Bloque |        |        | Promedio (cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|----------|----------|--------|--------|--------|-----------------------------|
|                             |          |          | I      | II     | III    |                             |
| 1                           | 1        | 1        | 397.62 | 409.25 | 288.12 | 365.00                      |
| 2                           | 1        | 2        | 505.62 | 287.75 | 260.12 | 351.16                      |
| 3                           | 2        | 1        | 253.12 | 356.25 | 311.12 | 306.83                      |
| 4                           | 2        | 2        | 323.12 | 292.87 | 275.87 | 297.29                      |
| 5                           | 3        | 1        | 344.87 | 297.62 | 220.87 | 287.78                      |
| 6                           | 3        | 2        | 323.12 | 279.12 | 231.37 | 277.87                      |
| Promedio (cm <sup>2</sup> ) |          |          | 357.80 | 320.48 | 264.59 | 314.32                      |

#### 4.6 Largo y ancho de hoja (cm<sup>2</sup>)

| Nº de tratamiento           | Variedad | Densidad | Bloque |       |       | Promedio (cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|----------|----------|--------|-------|-------|-----------------------------|
|                             |          |          | I      | II    | III   |                             |
| 1                           | 1        | 1        | 48.84  | 42.51 | 46.01 | 45.79                       |
| 2                           | 1        | 2        | 49.86  | 35.12 | 34.68 | 39.89                       |
| 3                           | 2        | 1        | 10.58  | 22.08 | 23.04 | 18.57                       |
| 4                           | 2        | 2        | 20.47  | 19.43 | 22.32 | 20.74                       |
| 5                           | 3        | 1        | 83.46  | 94.30 | 66.35 | 81.37                       |
| 6                           | 3        | 2        | 100.80 | 84.85 | 97.68 | 94.47                       |
| Promedio (cm <sup>2</sup> ) |          |          | 52.35  | 49.71 | 48.34 | 50.15                       |

#### 4.7 Días a la floración

| N° de tratamiento | Variedad | Densidad | Bloque |       |       | Promedio (Días) |
|-------------------|----------|----------|--------|-------|-------|-----------------|
|                   |          |          | I      | II    | III   |                 |
| 1                 | 1        | 1        | 60     | 59    | 58    | 59.00           |
| 2                 | 1        | 2        | 59     | 60    | 60    | 59.66           |
| 3                 | 2        | 1        | 60     | 57    | 58    | 58.33           |
| 4                 | 2        | 2        | 58     | 60    | 58    | 58.66           |
| 5                 | 3        | 1        | 64     | 62    | 64    | 63.33           |
| 6                 | 3        | 2        | 63     | 62    | 63    | 62.66           |
| Promedio (Días)   |          |          | 60.66  | 60.00 | 60.16 | 60.27           |

#### 4.8 Peso de semilla (g/m<sup>2</sup>)

| N° de tratamiento | Variedad | Densidad | Bloque |      |      | Promedio (Días) |
|-------------------|----------|----------|--------|------|------|-----------------|
|                   |          |          | I      | II   | III  |                 |
| 1                 | 1        | 1        | 5.34   | 7.56 | 6.24 | 6.38            |
| 2                 | 1        | 2        | 6.98   | 6.40 | 4.58 | 5.98            |
| 3                 | 2        | 1        | 3.86   | 3.70 | 2.70 | 3.42            |
| 4                 | 2        | 2        | 2.22   | 2.86 | 2.08 | 2.38            |
| 5                 | 3        | 1        | 2.90   | 3.52 | 2.26 | 2.89            |
| 6                 | 3        | 2        | 3.88   | 2.90 | 1.32 | 2.70            |
| Promedio (Días)   |          |          | 4.19   | 4.49 | 3.19 | 3.96            |