

1. INTRODUCCIÓN

La ajipa (*Pachyrhizus ahipa* L.) pertenece a la familia leguminosa y al género neotropical *Pachyrhizus* (Fabaceae) es una de las pocas leguminosas con raíces tuberosas comestible. Incluye a cinco especies, de las cuales tres son cultivadas por sus raíces tuberosas: *P. erosus*, *P. tuberosus* y *P. ahipa*, *P. ferrugineus*, *P. panamensis*.

(*Pachyrhizus ahipa* L.) fue cultivada en el período precolombino, planta originaria del Perú. El principal interés radica en su raíz tuberosa que acumula hidratos de carbono, y es empleada para alimentación humana. Las semillas son ricas en proteínas (28%) y aceite (21%). En la actualidad, sólo subsiste su cultivo en pequeñas comunidades campesinas de Bolivia y el Norte de Argentina.

(*P. erosus* (L.) Urban), cultivada en México y en países del Sudeste Asiático, donde se emplea como una especie hortícola.

(*P. tuberosus* (Lam.) Spreng.), con cierta importancia en algunas comunidades indígenas de Sudamérica. (Ørting et al., 1996; Sørensen, 1996).

Brücher (1989) sostiene que la localización probable debió ser la ceja de montaña de la región andina.

Pachyrhizus ahipa se estableció como cultivo en Bolivia a lo largo de los valles subtropicales ubicados en los andes y en unas pocas localidades en la provincia de Jujuy y salta en la argentina. No hay registro de plantas silvestres como progenitores de **P. ahipa**, sin embargo, recientemente **Rea 1989**, sostiene que se encontró **P. ahipa** silvestre cerca de Sorata – Bolivia, la localidad donde ha sido recolectados especímenes por **Mandón 1996**.

La ajipa es una planta cuya raíz tuberosa se consume cruda cumpliendo el rol de una fruta. La cultura andina, es la que se le atribuyen propiedades de planta fresca con cierto poder digestivo medicinal. También se la podría emplear como una verdura. Se caracteriza por la acumulación de almidón de interés industrial en su raíz tuberosa y la presencia de rotenona

en sus semillas y hojas. La raíz se consume casi exclusivamente cruda como las frutas o incluso cocida. Su piel se desprende fácilmente de la parte interior carnosa.

Por el contrario, las semillas y vainas maduras de la ajipa no se consume porque poseen sustancias tóxicas, principalmente rotenona y sustancias afines. El follaje también está impregnado de estos compuestos, los cuales probablemente confieran cierta protección contra las plagas, pues la rotenona es un veneno contra insectos y peces, aunque de baja toxicidad contra mamíferos (**Milanez y Moraes-Dallaqua, 2003**).

El total de proteína del tubérculo producido por hectárea de *Pachyrhizus ahipa*, sobrepasa al de la proteína de la semilla de soya. Según estudios realizados por Orting 1996, el porcentaje de proteína en materia seca de tubérculo puede llegar a 30.7% esto se debe al igual que en otras leguminosas, a que la ajipa posee nódulos que contiene bacterias simbióticas que permiten una eficiente fijación de nitrógeno atmosférico, lo que hace a esta planta autosuficiente en este elemento esencial al evitar el uso de abonos que poseen nitrógeno.

Las culturas indígenas americanas iniciaron la domesticación de numerosas especies vegetales con órganos subterráneos de acumulación de carbohidratos, que han alcanzado gran difusión e importancia comercial en la actualidad, como patata, mandioca y boniato (Grau, 1997). Otras especies, como la ajipa, *Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi, sin embargo quedaron relegadas y olvidadas, a pesar de su gran importancia para la cultura Inca durante el período precolombino, como dan testimonio los hallazgos arqueológicos en enterramientos (Paracas-Necrópolis), y las representaciones en cerámica y bordados (**Mochica, Nasca**) (**Ørting et al., 1996; Sørensen, 1996**).

El abono orgánico se considera como los desechos de seres vivos el estiércol, o de restos vegetales podridos o sustancias de origen natural procedente de los seres que aporta al suelo y las plantas nutrientes para su buen desarrollo.

Los fertilizantes son productos químicos que se suministran a las plantas con la intención de estimular su crecimiento; se aplican generalmente tanto al suelo como por aplicación foliar.

Aportan los tres principales nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas en diversas proporciones (nitrógeno, fósforo y potasio), nutrientes secundarios (calcio, sulfuro y magnesio) y, a veces micro nutrientes, de importancia también para la alimentación de la planta (boro, manganeso, hierro, cinc, cobre y molibdeno. **(Rivera R. 2003.Costa Rica).**

2. JUSTIFICACIÓN

Con el presente trabajo de investigación se pretende incrementar la producción de la ajipa mediante la fertilización orgánica y química, densidad de siembra y diferentes tipos de poda floral y vaina, en la comunidad de Caraparí Pilaya, porque es una de las zonas donde más se cultiva, lo cual hace que la gente viva de este cultivo.

La demanda de la ajipa en los mercados locales del sur de Bolivia va creciendo, más que todo en la ciudad de Tarija, Potosí y parte de Chuquisaca que son los departamentos que más consumen, es por ello que el cultivo de la ajipa requiere de investigación para un mejor manejo técnico, lo cual facilitará en una recomendación de fertilización, densidad de siembra, poda. También algunas plagas y enfermedades que se presentan en este cultivo, para que de esta manera se tenga un producto de calidad y con un buen rendimiento.

El cultivo de *Pachyrhizus ahipa L.*) en Bolivia.- está poco difundido, aún no se tiene estadísticas a cerca de las superficies cultivadas por Departamento, por información reciente se sabe que se estaría produciendo en el departamento de Tarija y Chuquisaca.

En Tarija se cultiva en la comunidades de Pampa Grande, Camaroncito, dentro la provincia Méndez y también en la comunidad de Motovi perteneciente a la reserva ecológica de Tariquí.

En Chuquisaca se está produciendo en la Provincia Sud Cinti en las siguientes comunidades: Pilaya, Caraparí y Aguaycastilla, que se encuentran ubicadas en el río Pilaya, límite con la provincia Méndez del Dpto.de Tarija.

El género *Pachyrhizus*. Incluye cultivos tradicionales promisorios, los cuales pueden servir para mejorar el estado nutricional en regiones tropicales y subtropicales de nuestro país. Y

también para la autosostenibilidad de las poblaciones debido a su alta adaptabilidad **(Castillo R. Tapia 1991 Quito Ecuador).**

La ajipa como un recurso renovable tiene mucha importancia debido al contenido de almidón con 96 – 99.9% de amilo pectina, este almidón es una perfecta materia prima para el almidón industrial **(Sorensen, M. 1997).**

La ajipa es una de las especies menos estudiada actualmente en nuestro país y por la necesidad de cubrir este vacío de información, es que en 1998 se realizó los primeros arreglos para iniciar trabajos preliminares que generen información acerca de su cultivo. A través del proyecto Yam Bean y con el apoyo financiado de DANIDA (agencia Danesa para el Desarrollo de la Investigación), PROMETA (Protección del Medio Ambiente Tarija) realizó una colección inicial de 27 accesiones del germoplasma de ajipa en los departamentos de Chuquisaca y Tarija para la obtención de nuevas variedades en futuros programas de mejoramiento genético y/o producción. **(Ponce Tovar, Y. V. 2002. Cochabamba Bolivia).**

A pesar de las interesantes propiedades de la ajipa, factores económicos y culturales puede determinar, si no se toman las medidas adecuadas, que su cultivo se extinga. Uno de los factores que ha conducido a la decadencia del cultivo de la ajipa es el cambio cultural sufrido desde la conquista de América, lo que ocasiono una fuerte tendencia a despreciar las especies nativas a favor de especies introducidas desde otros lugares, ocasionando destrucción de los centros de variabilidad genética. Esta pérdida de recursos genéticos pone en evidencia la urgente necesidad de conservarlos y usarlos de manera sostenible **(Rea, 1996).**

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo general.

- Ø Evaluar el rendimiento de la producción de la ajipa con las variables de fertilización química, orgánica, densidad de siembra, y diferentes tipos de poda, para medir el rendimiento en la zona de estudio Caraparí-Pilaya.

3.2. Objetivos específicos.

- Ø Estudiar el efecto de los fertilizantes elegidos, en el rendimiento de la producción de ajipa.
- Ø Evaluar el comportamiento de las diferentes densidades de siembra y la poda en el rendimiento del producto.

4. HIPÓTESIS

Utilizando Fertilización química y orgánica, tres densidades de siembra y dos tipos de poda, se pretende elegir el mejor tratamiento para conseguir plantas que produzcan mejor tubérculos y de mayor calidad para la venta.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

9. Localización

El trabajo de investigación se realizó en la propiedad del señor Carmelo Saldaña López en la comunidad de Caraparí Pilaya provincia Sud Cinti Municipio de Culpina del departamento de Chuquisaca.

9.1. Ubicación.

La comunidad de Caraparí se encuentra ubicada en el río Pilaya, límite con la provincia Méndez del Departamento de Tarija Geográficamente se encuentra en las siguientes coordenadas: latitud sur 20°55' y longitud oeste 64°40' con una altitud promedio a 2200 msnm. (Ver anexo 1).

El nombre de la comunidad de Caraparí, viene del nombre local del cactus ya que existe gran cantidad de cactus en cuanto a vegetación.

Esta comunidad cuenta con camino carretero de la ciudad de Tarija, tiene una distancia de 98 km. Para poder llegar hasta la ciudad de Tarija, el tiempo de viaje en movilidad es alrededor de 3-4 horas.

9.2. Características climáticas.

9.3. Temperatura

Caraparí tiene una temperatura media de 16 - 18 °C, mientras que la máxima es de 35 °C, y una mínima de 2 °C, estas temperaturas pueden ser variables porque no se encuentra con una estación meteorológica cercana a la zona, y además la comunidad se encuentra en un cañón profundo.

9.4. Precipitación.

De acuerdo con los mapas de precipitación disponibles del departamento de Chuquisaca.

La precipitación anual en la zona es igual a 600 - 700 mm. La lluvia está dividida entre los meses de noviembre hasta marzo.

9.5. Humedad.

Caraparí tiene una humedad relativa de 60% dato sacado de zonas más próximas ya que no se cuenta con datos reales de la comunidad.

9.6. Radiación solar.

El sol llega con mayor intensidad desde el mes de agosto hasta enero, y a partir de ahí en adelante baja la intensidad durante los meses restantes.

9.7. Viento.

La duración del viento con mayor efecto en la comunidad es del mes de agosto a diciembre, porque se encuentra a orillas del río, y de ahí es donde el viento levanta cantidad de arena por las tardes. **(Versión propia).**

9.8. Características agro edafológicas.

9.9. Vegetación natural

Carapari cuenta con una buena vegetación como de árboles y arbustos en el pie de monte debido a la presencia del río. La vegetación está compuesta por: algarrobos, Caraparí (cactus), quebracho, chanchal, tala, tipa, etc. **(Versión propia).**

10. Agricultura

En el ámbito agrícola la comunidad tiene muchas ventajas, como ser agua de calidad para riego de una quebrada disponible durante todo el año. Otra de las ventajas es el clima porque tiene una temperatura media de 18°C. Lo cual hace que haiga una agricultura sustentable. **(Versión propia).**

10.1. Cultivos de mayor magnitud:

- ü Caña de azúcar
- ü Ajipa
- ü Papa
- ü Tomate
- ü Maíz
- ü Naranja

- ü Mandarina
- ü Papaya
- ü Palta

10.2. Cultivos de menor magnitud:

- ü Cebolla
- ü Zanahoria
- ü Camote
- ü Maní
- ü Limón
- ü Pomelo
- ü Pacay
- ü Guayaba
- ü Mango.

El principal cultivo es la caña de azúcar que está directamente destinada a la destilación del cañazo (trago) que se lo realiza en falcas de estaño, esta transformación de caña a alcohol (cañazo) es complicada, de esta forma en los últimos años algunas productores se dedicaron a la elaboración de chancaca y miel, que igual tiene una buena rentabilidad económica, el cultivo de la caña lo tienen durante 4-5 años y luego es remplazado por el cultivo de la ajipa ya que tiene una buena producción utilizando este tipo de rotación.

Otro cultivo de mayor importancia es la ajipa, cultivado de octubre a febrero, cosechado de marzo a septiembre. Este producto cada año que pasa se va incrementando en cuanto a superficies cultivadas, por la aceptación del producto en el mercado de Tarija y Potosí.

En cuanto a cítricos se está produciendo regularmente fruta de calidad, una de las ventajas de los cítricos es que sale en abril, más temprano que las de otras zonas, y se puede vender en buen precio. La desventaja de este cultivo es que en los últimos tiempos está apareciendo insectos como ser la cochinilla y la mosca de fruta. Para el control de estas plagas se está trabajando en forma individual y no así toda la comunidad, lo cual dificulta en el control.

La papa está teniendo una buena producción y se saca en buena época a partir de octubre y noviembre, de igual manera se vende en buen precio.

El Problema principal para ampliar el área agrícola es la pequeña superficie de terreno cultivable que existe es por eso que no se produce en gran cantidad.

En cuanto a la producción pecuaria, se cría ganado vacuno, porcino, no existen razas mejoradas solo la raza criolla (**Versión propia**).

10.3. Suelos

Los suelos existentes en las parcelas cultivables son de textura arcillosa mayormente, y en algunas parcelas existen los de textura arenosa ya que se encuentran en orillas del río.

10.4. Relieve

Caraparí tiene un relieve plano donde están ubicadas las parcelas agrícolas, y también se puede observar en el área que cubre todo el río y la comunidad está cubierta por cerros, rocas debido a la profundidad de este cañón.

10.5. Materiales

10.6. Material vegetal

En el trabajo de investigación el material vegetal que se utilizó fue semilla de ajipa de la anterior cosecha de la misma comunidad, la variedad no se logró identificar ya que es ancestralmente de la zona.

10.7. Características botánicas del material vegetal

La característica principal es el color negro puro de la semilla, la planta es herbácea, con una altura total de 35 a 45 cm. Tiene una raíz abultada, carnosos (tubérculo), cuando se lo pela la cáscara de la raíz para consumirla se puede observar un color morado que cubre a la carnosidad, las hojas son verde intenso, las flores todas son moradas a diferencia de otras variedades, presentan un diámetro de 1,5 cm.

10.8. Características fisiológicas

Es una planta muy sensible al ataque de nemátodos. (*Melodogyne* sp). Pero resistente al ataque de insectos ya que hasta ahora no se identificó daños de mayor importancia en la comunidad, de igual manera presenta un vigor único cuando es sembrada en su época.

10.9. Material químico

En este trabajo de investigación se utilizó como fertilizante químico el siguiente producto 15-15-15 (triple 15).

Características generales del 15-15-15

Ingrediente activo:

15% Nitrógeno

15% Fósforo

15% Potasio

Usos: Para estimular el crecimiento y acelerar su actividad de las plantas, cultivos anuales, frutales, hortalizas y la floricultura.

11. Material orgánico

Se aplicó el estiércol caprino.

11.1. Material de campo

Ø Estacas

Ø Madera

11.2 Herramientas

Ø Arado

Ø Azadón

Ø Pala

Ø Tusador (desmalezador)

Ø Asada

Ø Wincha métrica

Ø Balanza, romana

11.3. Material de registro

- Cámara fotográfica
- Libreta de datos
- Regla

11.4. Descripción del terreno:

El área de cultivo fue de 3 parcelas con las siguientes medidas 6 metros de largo por 6 metros de ancho. Cada parcela tiene una separación de 0.50 m. de la misma forma cada parcela tiene 12 surcos (hileras), las que están denominadas por 12 tratamientos, donde las tres parcelas hacen un total de 36 surcos para los 36 tratamientos.

Para la ubicación del terreno se tomó en cuenta los siguientes aspectos.

- Ubicación en una superficie semiplana con una mínima pendiente para que el riego sea eficiente.
- Agua disponible para el riego por gravedad

11.5. Metodología

Dentro de las actividades que se realizaron en el presente trabajo de investigación, primeramente se realizó una revisión de toda la bibliografía existente del cultivo de la ajipa, incluso se realizó visitas a los propios productores de la zona para tener una mayor información en cuanto al manejo del cultivo.

11.6. Metodología de registro de datos

11.7. Variables a medir

- a) Altura de la planta, se realizó aproximadamente a los cuatro meses de la siembra.
- b) Número de hojas por planta.
- c) Número de flores por planta, en el momento de la floración
- d) Diámetro de la raíz o tubérculo, se realizó unas veces culminando el periodo vegetativo (cosecha).

- e) Largo del tubérculo, se realizó una vez cosechado
- f) Rendimiento por kg. /parcela
- g) Rendimiento en Kg. /Ha

11.8. Evaluación estadística

(Se empleo la prueba de t de Tukey).

11.9. Diseño experimental

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques al azar con doce tratamientos y tres repeticiones.

11.11. Características del diseño

- Número de tratamientos.....12
- Número de repeticiones o bloques.....3
- Número de semillas por tratamiento.....30, 40 y 50
- Número de unidades experimentales.....36
- Número de semillas en todo el ensayo.....1440

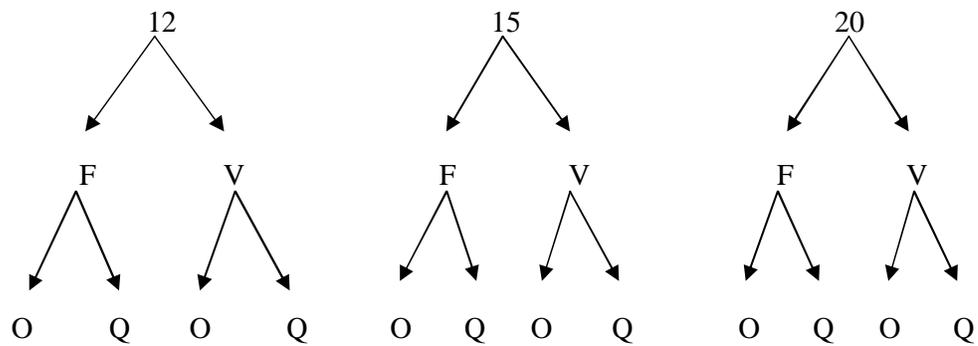
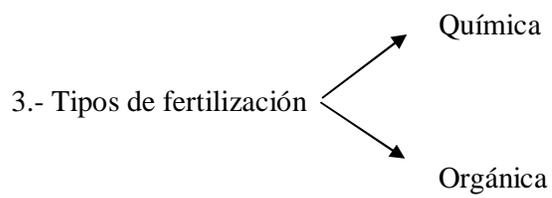
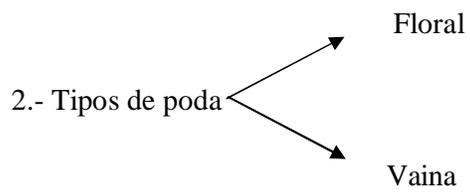
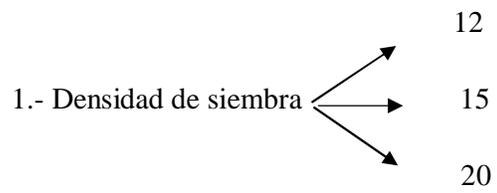
12. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro N° 1

DETALLE DE LOS TRATAMIENTOS

Densidad de siembra	Tipos de poda	Tipos de fertilización	Tratamientos
12 cm.	Floral	Orgánica	T ₁
12 cm.	Floral	Química	T ₂
12 cm.	Vaina	Orgánica	T ₃
12 cm.	Vaina	Química	T ₄
15 cm.	Floral	Orgánica	T ₅
15 cm.	Floral	Química	T ₆
15 cm.	Vaina	Orgánica	T ₇
15 cm.	Vaina	Química	T ₈
20 cm.	Floral	Orgánica	T ₉
20 cm.	Floral	Química	T ₁₀
20 cm.	Vaina	Orgánica	T ₁₁
20 cm.	Vaina	Química	T ₁₂

Descripción de los tratamientos



Total 12 tratamiento

12 + F + O = densidad de siembra + poda floral + fertilización orgánica (T₁)

12 + F + Q = densidad de siembra + poda floral + fertilización química (T₂)

12 + V + O = densidad de siembra + poda en vaina + fertilización orgánica (T₃)

12 + V + Q = densidad de siembra + poda en vaina + fertilización química (T₄)

15 + F + O = densidad de siembra + poda floral + fertilización orgánica (T₅)

15 + F + Q = densidad de siembra + poda floral + fertilización química (T₆)

15 + V + O = densidad de siembra + poda en vaina + fertilización orgánica (T₇)

15 + V + Q = densidad de siembra + poda en vaina + fertilización química (T₈)

20 + F + O = densidad de siembra + poda floral + fertilización orgánica (T₉)

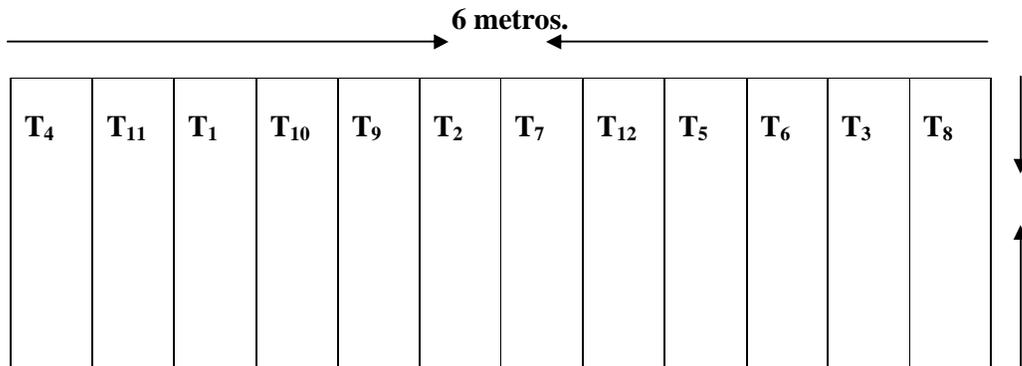
20 + F + Q = densidad de siembra + poda floral + fertilización química (T₁₀)

20 + V + O = densidad de siembra + poda en vaina + fertilización orgánica (T₁₁)

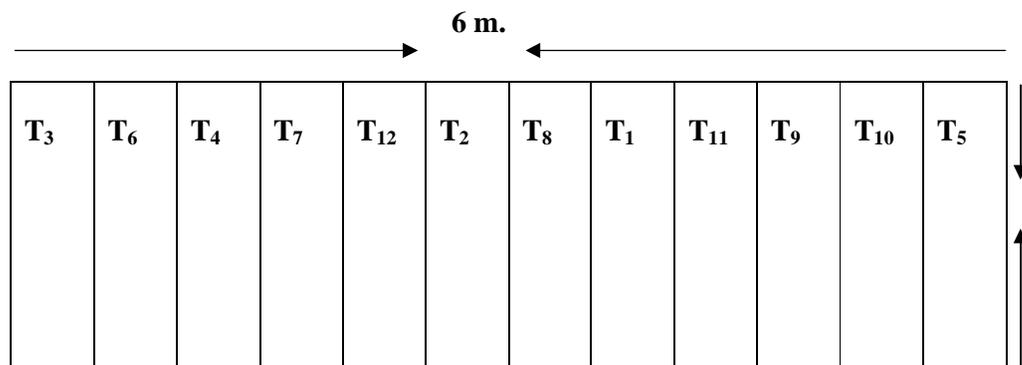
20 + V + Q = densidad de siembra + poda en vaina + fertilización química (T₁₂)

12.2. Diseño de campo

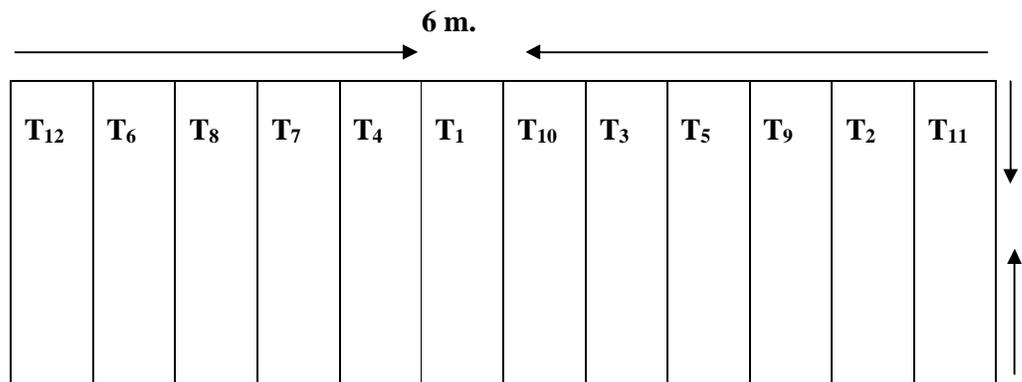
Parcela 1



Parcela 2



Parcela 3



12.3. Distribución de los tratamientos

RÉPLICA I

6 metros.

Tratamientos	T ₄	T ₁₁	T ₁	T ₁₀	T ₉	T ₂	T ₇	T ₁₂	T ₅	T ₆	T ₃	T ₈
Densidad	12	20	12	20	20	12	15	20	15	15	12	15
Fertilización	Quim	Org	Org.	Quim.	Org.	Quim.	Org.	Quim.	Org.	Quim.	Org.	Quim.
Poda	V	V	F	F	F	F	V	V	F	F	V	V

RÉPLICA II

6 metros.

Tratamientos	T ₃	T ₆	T ₄	T ₇	T ₁₂	T ₂	T ₈	T ₁	T ₁₁	T ₉	T ₁₀	T ₅
Densidad	12	15	12	15	20	12	15	12	20	20	20	15
Fertilización	Org	Quim.	Quim.	Org.	Quim	Quim.	Quim.	Org.	Org.	Org.	Quim.	Org.
Poda	V	F	V	V	V	F	V	F	V	F	F	F

RÉPLICA II

6 metros.

Tratamientos	T ₁₂	T ₆	T ₈	T ₇	T ₄	T ₁	T ₁₀	T ₃	T ₅	T ₉	T ₂	T ₁₁
Densidad	20	15	15	15	12	12	20	12	15	20	12	20
Fertilización	Quim	Quim.	Quim.	Org.	Quim.	Org.	Quim.	Org.	Org.	Org.	Quim.	Org.
Poda	V	F	V	V	V	F	F	V	F	F	F	V

12.4. Preparación del terreno

Se comenzó con el cultivado del suelo con un mes y medio de anticipación para que tenga una buena preparación, se realizó tres aradas con tracción animal (bueyes) cada dos semanas antes de la siembra, primera arada el 26 de noviembre, segunda el 18 de diciembre y una última el 4 de enero.

Seguidamente el día 4 de enero se comenzó con el surcado que fue de 6 metros de largo por 50 cm. De surco a surco. Se realizó 12 surcos de la misma distancia por parcela, quedando un total de 36 surcos, luego de nuevo se volvió a mejorar el surco con azadón más que todo a un costado del surco, el objetivo de esto es tenga una inclinación para poder depositar la semilla y de esa manera no sufra el suelo deformación en el momento de la aplicación del riego y de esa forma evitar que la semilla quede en la superficie en caso de una lluvia o al desmalezar.

12.5. Siembra.

La siembra se realizó el 6 de enero. Se depositó las semillas por tratamientos utilizando la densidad de siembra que correspondió como se lo definió en el croquis de la parcela al azar, de la misma manera se sembró las tres parcelas experimentales, la semilla fue depositada a una profundidad de dos centímetros.

12.6. Fase de levantamientos de datos de campo.

- Distribución de los tratamientos
- Preparación de los fertilizantes
- La aplicación de los fertilizantes de las dos formas
- Observaciones periódicas
- Levamiento de datos
- Mediciones de las variables a estudiar

12.7. Riego

El riego se aplicó el 6 de enero al momento de terminar la siembra durante seis horas consecutivas hasta que se pudo observar que la humedad llegue a la altura que fue depositada la semilla al costado del surco, y así se fue repitiendo el riego el 10, 15, 28 de enero hasta que logro germinar todas las semillas.

En esta época favorece mucho la lluvia cuando es consecutiva de esa manera se evita el riego continuo cada cuatro o cinco días. La ajipa requiere una alta humedad del suelo para que la semilla tenga un buen proceso de germinación, y una vez que ya germinó todo ya se aplicó menos riego cada siete días, más que todo cuando el cultivo lo requería porque la lluvia ayudó mucho en esta época.

12.8. Control de malezas

La primer desmalezada se llevo a cabo el 1 de febrero, a los 24 días transcurridos de la siembra esto se realizó con una herramienta propia del lugar denominado tuzador, esta herramienta es fácil de utilizar y favorece mucho ya que se puede desmalezar por el lateral de surco donde se encuentra la planta sin causarlo daño. La segunda desmalezada se realizo el 26 de marzo. Y una última desmalezada el 28 de abril.

12.9. Aporque

El aporque se realizó el 3 febrero después de los tres días de haber desmalezado, para esto se utilizó azadón, se hecho mucha tierra hacia la raíz porque la semilla fue introducida a dos centímetros de la superficie y con la desmalezada que se removió un poco el suelo, es por eso que requiere una buena firmeza para que luego empiece a desarrollar y engrosar la raíz.

13. Aplicación del fertilizante.

La aplicación del fertilizante orgánico y químico se realizó en dos aplicaciones una al momento del aporque y otra al mes trascurrido, la primera fue el 3 de febrero, la segunda fue el 6 de marzo, la dosificación del fertilizante químico fue de 133 kilogramos por hectárea (ver anexo VI), y del orgánico fue de 6 toneladas por hectárea de acuerdo al análisis de suelo. (ver anexo VI).

13.1. Realización de la poda.

La poda floral se realizó cuando el cultivo estuvo en un 80 % de floración la fecha fue el 24 de marzo, mientras que la poda en vaina se la realizó el 5 de abril cuando el cultivo estuvo en un 90% en vaina. (ver anexo V).

13.2. Realización de la segunda poda.

La segunda poda se la hizo el 29 de abril, la finalidad de esta poda fue eliminar las flores que salieron al último estas no lograron pasar el 10% de esta manera no se tomó en cuenta este aspecto, ya que es una práctica cultural que se la practica si o si en este cultivo en la zona productora.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

13.3. Altura de la planta cm. (20 de mayo)

Cuadro N° 1

tratamientos	Réplica I	Réplica II	RéplicaIII	Σ	\bar{X}
T ₁ D1 + P1 + F1	47.4	49.1	49.3	145.8	48,6
T ₂ D1 + P1 + F2	51.5	52.4	52.6	156.5	52,2
T ₃ D1 + P2 + F1	49.1	50.6	50.5	150.2	50,1
T ₄ D1 + P2 + F2	51.4	51.4	53.5	156.3	52,1
T ₅ D2+ P1 + F1	49.2	47.2	49.9	146.3	48,9
T ₆ D2 + P1 + F2	52.9	51.8	51.6	156.3	52,1
T ₇ D2 + P2 + F1	47.8	50.7	48.5	147	49,0
T ₈ D2 +P2 + F2	51.7	50.8	52.4	154.9	51,6
T ₉ D3 + P1 + F1	50.6	50	49.	149.6	49,9
T ₁₀ D3 + P1 + F2	53.9	52.7	52.6	159.2	53,1
T ₁₁ D3 + P2 + F1	48.7	49.2	51.7	139.6	46,5
T ₁₂ D3 + P2 + F2	51.8	51.6	52.4	155.8	49,9
Σ	606	607.5	604	1817.5	

13.4. Análisis de varianza

Cuadro N° 2

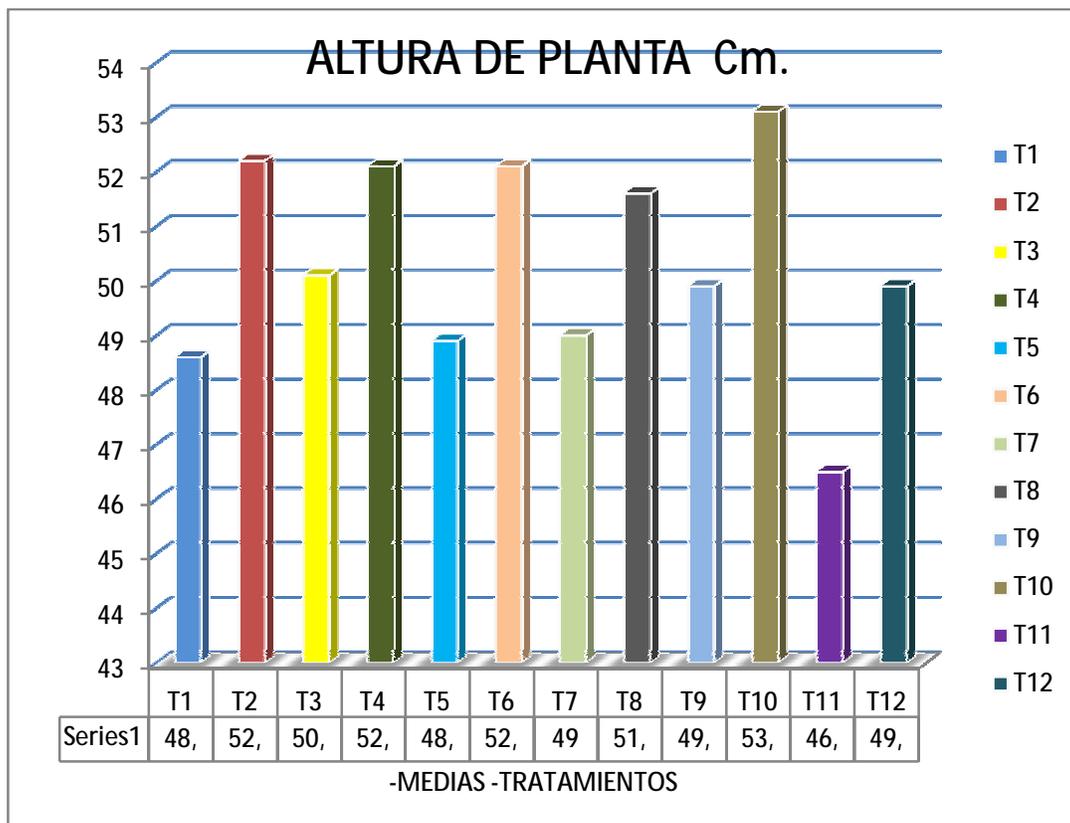
F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F
Réplicas	2	3.015625	1.507813	1.452 n.s.
Tratamientos	11	80.52344	7.320313	7.050 **
Densidad (A)	2	3.953125	1.976563	1.618 n.s.
Poda (B)	1	0.0078125	0.0078125	0.037 n.s.
Fertilización(C)	1	70.83594	70.83594	24.357 n.s.
(A x B)	2	2.445313	1.222656	8.694 n.s.
(A x C)	2	0.171875	0.0859375	0.611 n.s.
(B x C)	1	2.828125	2.828125	20.111 **
(A x B x C)	2	0.28125	0.140625	0.135 n.s.
Error	22	22.84375	1.038352	
TOTAL	35	106.3828		

Media General = 50.7639

Coefficiente de Variación = 2.01 %

Al comparar el valor de la F calculado (F_c) con el valor de la F tabulada (F_t) para un 5 y 1 % de significancia se observa que F_c es mayor que la F_t , en cuanto a las fuentes de variación que corresponden a los tratamientos e interacción de factores BxC (poda * fertilización), por lo tanto se rechaza la H_0 , esto quiere decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos e interacción de factores BxC, por lo que se recurrió a una prueba de comparación de medias para poder recomendar el mejor tratamiento.

Gráfica N° 1



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el T 10, ya que el mismo es el que tiene un valor más elevado que los demás tratamientos en cuanto a la altura de la planta.

Prueba de Tukey

$$T = q_{\alpha} * S_x \qquad S_x = \sqrt{\frac{1.03}{3}} = 0.5 \qquad S_x = \sqrt{\frac{CMe}{N^{\circ}r}} =$$

$$T = 0.5 * 5,06 = 2.53$$

	53.1	52.2	52.1	52.1	51.6	50.1	49.9	49.9	49	48.9	48.6
46.5	6.6/2.53*	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns
48.6	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns		
48.9	*	*	*	*	ns	ns	ns				
49	*	*	*	*	ns						
49.9	*	ns	ns	ns	ns						
49.9	*	ns	ns	ns							
50.1	*	ns									
51.6	ns										
52.1	ns										
52.1	ns										
52.2	ns										

Orden de mérito Tukey

TRATAMIENTOS											
T10	T2	T4	T6	T8	T3	T9	T12	T7	T5	T1	T11
53.1	52.2	52.1	52.1	51.6	50.1	49.9	49.9	49	48.9	48.6	46.5
a	abc	abc	abc	abc	bc	bc	c	c	c	c	d

El orden de mérito de Tukey nos indica que los mejores tratamientos resultaron ser:

(T10-T2-T4-T6-T8) entre ellos no existe diferencia significativa, en segunda instancia resultaron los tratamientos (T3- y T9) independientemente del análisis económico de cada tratamiento.

13.5. Número de hojas (20 de mayo)

Cuadro N° 3

tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Σ	X
T ₁ D1 + P1 + F1	57.5	60.1	61.8	179.4	59,8
T ₂ D1 + P1 + F2	68.9	70	69.3	208.2	69,4
T ₃ D1 + P2 + F1	60.2	61	61.6	182.8	60,9
T ₄ D1 + P2 + F2	69.3	70	69.3	208.6	69,5
T ₅ D2+ P1 + F1	60.7	60.3	60.8	181.8	60,6
T ₆ D2 + P1 + F2	69.1	70.2	70.8	210.1	70,0
T ₇ D2 + P2 + F1	59.9	60.7	60	180.6	60,2
T ₈ D2 +P2 + F2	70	71.5	69.7	211.2	70,4
T ₉ D3 + P1 + F1	62	56.4	60.4	178.8	59,6
T ₁₀ D3 + P1 + F2	68.9	70.8	70.1	209.8	69,9
T ₁₁ D3 + P2 + F1	61.3	61.4	61.4	184.1	61,3
T ₁₂ D3 + P2 + F2	69.6	68.9	70.5	209	69,6
Σ	777.4	781.3	785.7	2344.4	

13.6. Análisis de varianza

Cuadro N° 4

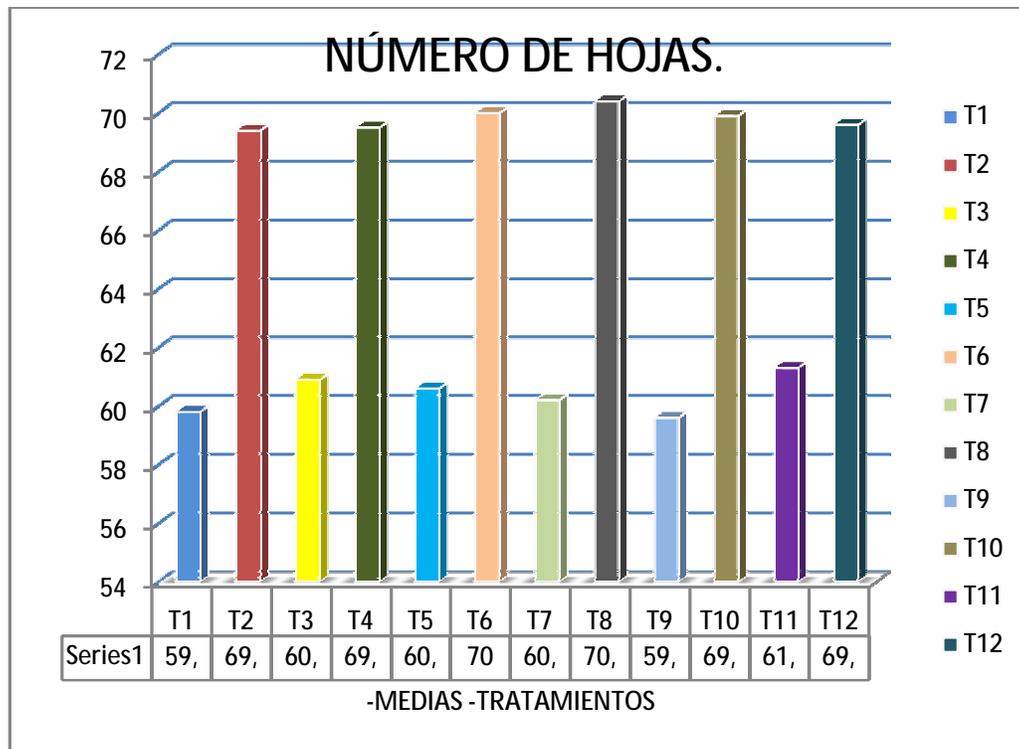
F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F
Réplicas	2	3.5	1.75	1.191 n.s.
Tratamientos	11	814.1563	74.01421	50.368 ***
Densidad (A)	2	.6875	.34375	1.701 n.s.
Poda (B)	1	1.546875	1.546875	1.995 n.s.
Fertilización(C)	1	804.7031	804.7031	518.779 ***
(A x B)	2	1.421875	.7109375	0.387 n.s.
(A x C)	2	1.140625	.5703125	0.311 n.s.
(B x C)	1	.984375	.984375	0.536 n.s.
(A x B x C)	2	3.671875	1.835938	1.249 n.s.
Error	22	32.32813	1.46946	
TOTAL	35	849.9844		

Media General = 65.1000

Coefficiente de Variación = 1.86 %

Al comparar el valor de la F calculado (Fc) con el valor de la F tabulada (Ft) para un 5 y 1 % de significancia se observa que Fc es mayor que la Ft, en cuanto a las fuentes de variación que corresponden a los tratamientos y a la fertilización, por lo tanto se rechaza la H_0 , esto quiere decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y la fertilización, por lo que se recurrió a una prueba de comparación de medias para poder recomendar el mejor tratamiento.

Gráfica N° 2



Al observar la gráfica, se ve que el mejor tratamiento es el T8, ya que el mismo tiene un valor más elevado que los demás tratamientos en cuanto al número de hojas.

Prueba de Tukey

$$T = q_x * S_x$$

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{N^{\circ}r}} =$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1.4}{3}} = 0.6$$

$$T = 0.6 * 5.06 = 3.5$$

	70,4	70	69,9	69,6	69,5	69,4	61,3	60,9	60,6	60,2	59,8
59,6	10,8*	10,4*	10,3*	10*	9,9*	9,8*	1,7 ns	1,3 ns	1 ns	0,6 ns	0,2 ns
59,8	10,6*	10,2*	10,1*	9,8*	9,7*	9,6*	1,5 ns	1,1 ns	0,8 ns	0,4 ns	
60,2	10,2*	9,8*	9,7*	9,4*	9,3*	9,2*	1,1 ns	0,7 ns	0,4 ns		
60,6	9,8*	9,4*	60,1*	9*	8,9*	8,8*	0,7 ns	0,3 ns			
60,9	9,5*	9,1*	9*	8,7*	8,6*	8,5*	0,4 ns				
61,3	9,1*	8,7*	8,6*	8,3*	8,2*	8,1*					
69,4	1ns	0,6 ns	0,5 ns	0,2 ns	0,1 ns						
69,5	0,9ns	0,5 ns	0,4 ns	0,1 ns							
69,6	0,8ns	0,4 ns	0,3 ns								
69,9	0,5ns	0,1 ns									
70	0,4 ns										

Orden de Merito- Tukey

TRATAMIENTOS											
T8	T6	T10	12	T4	T2	T11	T3	T5	T7	T1	T9
70,4	70,0	69,9	69,6	69,5	69,4	61,3	60,9	60,6	60,2	59,8	59,6
a	ab	abc	abcd	abcde	abcdef	g	gh	ghi	ghij	ghijk	hijk

El orden de mérito de Tukey nos indica que los mejores tratamientos resultaron ser: (T8-T6-T10-T12-T4 y T2) entre ellos no existe diferencia significativa, y en segunda instancia resultaron los tratamientos (T11-T3-T5-T7 y T1) independientemente del análisis económico de cada tratamiento.

13.7. Número de flores (21marzo)

Cuadro N° 5

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Σ	X
T ₁ D1 + P1 + F1	132.5	139	141.8	413.3	137,8
T ₂ D1 + P1 + F2	159.2	136.9	152.2	448.3	149,8
T ₃ D1 + P2 + F1	145.1	130.6	145.2	420.9	140,3
T ₄ D1 + P2 + F2	126.5	133.8	147.8	408.1	136
T ₅ D2+ P1 + F1	130.7	126.3	144.6	401.6	133,9
T ₆ D2 + P1 + F2	132.8	146	136.6	415.4	138,5
T ₇ D2 + P2 + F1	140.2	139.5	140.8	420.5	140,2
T ₈ D2 +P2 + F2	146.9	144	146.0	436.9	145,6
T ₉ D3 + P1 + F1	142.3	135.8	136.2	414.3	138,1
T ₁₀ D3 + P1 + F2	157.6	135.5	154.1	447.2	149,1
T ₁₁ D3 + P2 + F1	126.1	135.8	145.7	407.6	135,9
T ₁₂ D3 + P2 + F2	144.6	127.5	142.3	414.4	138,1
Σ	1684.5	1630.7	1733.3	5048.5	

13.8. Análisis de varianza

Cuadro N° 6

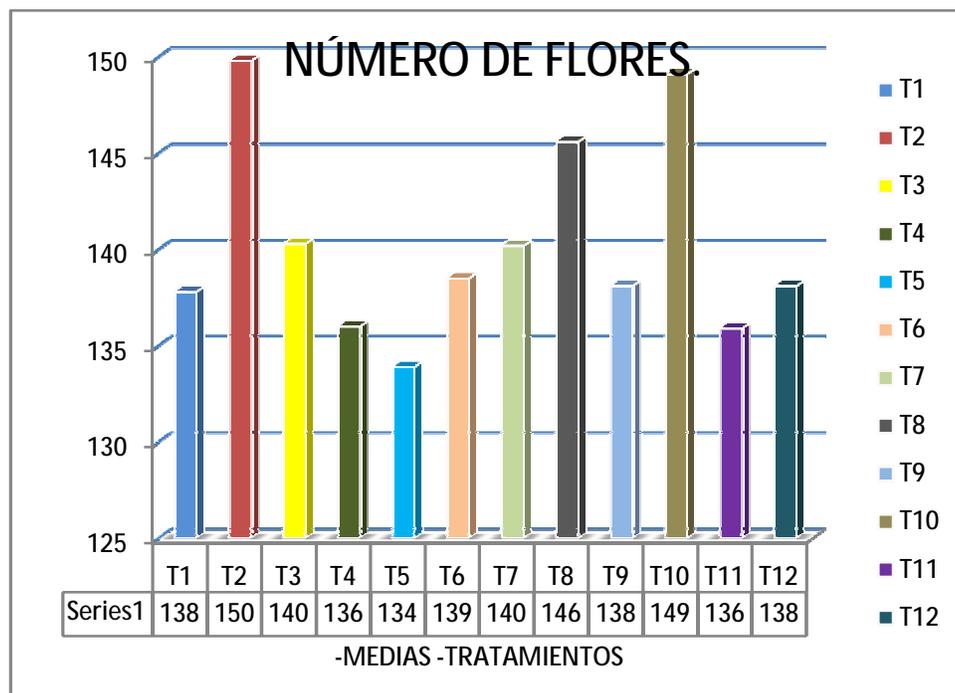
F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F
Replicas	2	438.875	219.4375	4.039 *
Tratamientos	11	861.625	78.32955	1.442 n.s.
Densidad (A)	2	10.875	5.4375	0.346 n.s.
Poda (B)	1	27.875	27.875	0.266 n.s.
Fertilización (C)	1	235.5625	235.5625	1.957 n.s.
(A x B)	2	326.6875	163.3438	3.066 n.s.
(A x C)	2	12.875	6.4375	0.121 n.s.
(B x C)	1	141.1875	141.1875	2.650 n.s.
(A x B x C)	2	106.5625	53.28125	0.981 n.s.
Error	22	1195.375	54.33523	
TOTAL	35	2495.875		

Media General = 140.2361

Coefficiente de Variación = 5.26 %

Al comparar el valor de la F calculado (F_c) con el valor de la F tabulada (F_t) para un 5 y 1 % de significancia se observa que F_c es menor que la F_t , en cuanto a todas las fuentes de variación, excepto para las réplicas, por lo tanto aceptamos la H_0 , esto quiere decir que no existen diferencias significativas en cuanto a todas las fuentes de variación, por lo que no es tan necesario realizar las pruebas de comparación de medias, pero al existir diferencias significativas en las replicas se recurre a la prueba de comparación de medias.

Gráfica N° 3



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el T2, ya que el mismo es el que tiene un valor más alto que los demás tratamientos en cuanto al número de flores.

Prueba de Tukey

$$T = q_x * S_x$$

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{N^{\circ}r}} =$$

$$S_x = \sqrt{\frac{54.33}{3}} = 4.2$$

$$T = 4.2 * 5,06 = 21.5$$

	149.8	149.1	145.6	140.3	140.2	138.5	138.1	138.1	137.8	136	135.9
133.9	15.9/21.5ns	ns									
135.9	ns	ns	ns	ns							
136	ns	ns	ns								
137.8	ns	ns									
138.1	ns	ns									
138.1	ns										
138.5	ns										
140.2	ns										
140.3	ns										
145.6	ns										
149.1	ns										

Orden de mérito- Tukey

T ₂	T ₁₀	T ₈	T ₃	T ₇	T ₆	T ₉	T ₁₂	T ₁	T ₄	T ₁₁	T ₅
149.8	149.1	145.6	140.3	140.2	138.5	138.1	138.1	137.8	136	135.9	133.9
a	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc

El orden de mérito de Tukey nos indica que los mejores tratamientos resultaron ser todos ya que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se recomienda cualquiera independientemente del análisis económico de cada tratamiento.

13.9. Diámetro de la raíz (21 de mayo)

Cuadro N° 7

tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Σ	X
T ₁ D1 + P1 + F1	25.7	28.5	26.1	80.3	26,8
T ₂ D1 + P1 + F2	27	26.1	25.5	78.6	26,2
T ₃ D1 + P2 + F1	28.7	28.8	25.8	83.3	27,8
T ₄ D1 + P2 + F2	25.7	27.1	27.5	80.3	26,8
T ₅ D2+ P1 + F1	26.4	24.4	27	77.8	25,9
T ₆ D2 + P1 + F2	27.7	26.7	25.5	79.9	26,6
T ₇ D2 + P2 + F1	26.2	25.1	25.1	76.4	25,5
T ₈ D2 +P2 + F2	28.5	28.9	25.1	82.5	27,5
T ₉ D3 + P1 + F1	27.5	28.7	24.6	80.8	26,9
T ₁₀ D3 + P1 + F2	28.8	26.9	26.2	81.9	27,3
T ₁₁ D3 + P2 + F1	27.8	28.1	27	82.9	27,6
T ₁₂ D3 + P2 + F2	28.7	24.5	27.9	81.1	27
Σ	328.7	323.8	313.3	965.8	

14. Análisis de varianza

Cuadro N° 8

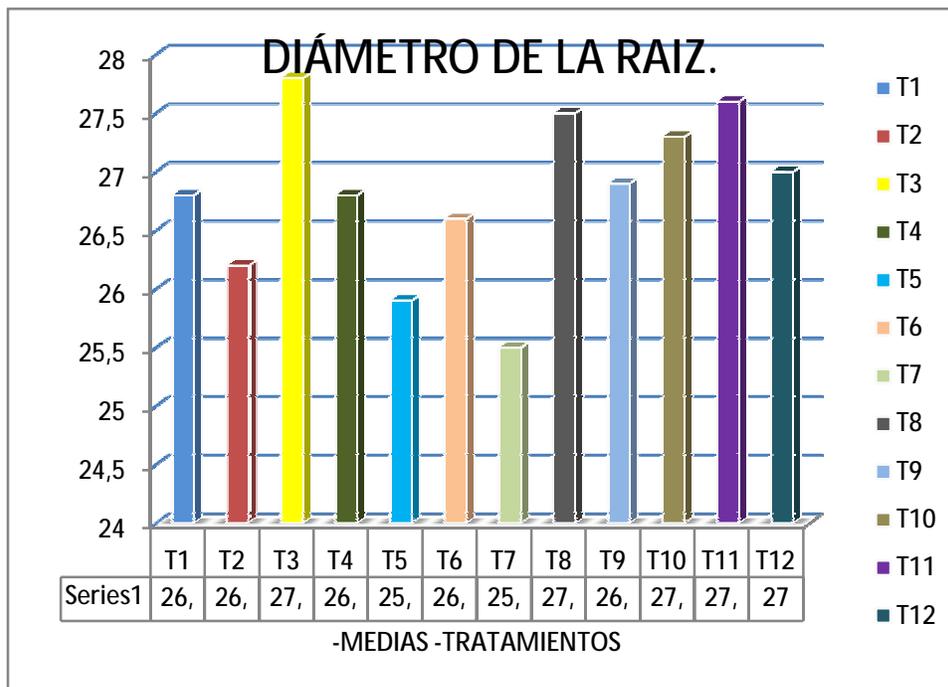
F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F
Réplicas	2	10.3125	5.15625	2.716 n.s.
Tratamientos	11	16.04883	1.458984	0.769 n.s.
Densidad (A)	2	4.289063	2.144531	0.814 n.s.
Poda (B)	1	1.4375	1.4375	7.509 n.s.
Fertilización (C)	1	.2148438	.2148438	0.357 n.s.
(A x B)	2	.6640625	.3320313	0.306 n.s.
(A x C)	2	7.269532	3.634766	3.350 n.s.
(B x C)	1	3.90625E-03	3.90625E-03	0.004 n.s.
(A x B x C)	2	2.169922	1.084961	0.572 n.s.
Error	22	41.76367	1.898349	
TOTAL	35	68.125		

Media General = 26.8278

Coefficiente de Variación = 5.14 %

Al comparar el valor de la F calculado (F_c) con el valor de la F tabulada (F_t) para un 5 y 1 % de significancia se observa que F_c es menor que la F_t , en cuanto a todas las fuentes de variación, por lo tanto aceptamos la H_0 , esto quiere decir que no existen diferencias significativas en cuanto a todas las fuentes de variación, por lo que no es tan necesario realizar las pruebas de comparación de medias.

Gráfica N° 4



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el T3, ya que dicho tratamiento tiene un valor más alto que los demás en cuanto al diámetro de la raíz.

14.1. Largo del tubérculo (21 de mayo)

Cuadro N° 9

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Σ	X
T ₁ D1 + P1 + F1	35.4	32.8	38.6	106.8	35,6
T ₂ D1 + P1 + F2	36	35.6	34.2	105.8	35,2
T ₃ D1 + P2 + F1	30.6	33	30.4	94	31,3
T ₄ D1 + P2 + F2	31	37.9	30.3	99.2	33
T ₅ D2+ P1 + F1	35.8	34.5	34	104.3	34,7
T ₆ D2 + P1 + F2	34.8	34.9	30.5	100.2	33,4
T ₇ D2 + P2 + F1	33.1	34.2	33.6	100.9	33,6
T ₈ D2 +P2 + F2	35.8	34.4	33.6	103.8	34,6
T ₉ D3 + P1 + F1	35.3	33.1	32.2	100.6	33,5
T ₁₀ D3 + P1 + F2	37.8	35.1	34.2	107.1	35,7
T ₁₁ D3 + P2 + F1	35.6	33.6	31.8	101	33,6
T ₁₂ D3 + P2 + F2	32.7	36.4	29.8	98.9	32,9
Σ	413.9	415.5	393.2	1222.6	

14.2. Análisis de varianza

Cuadro N° 10

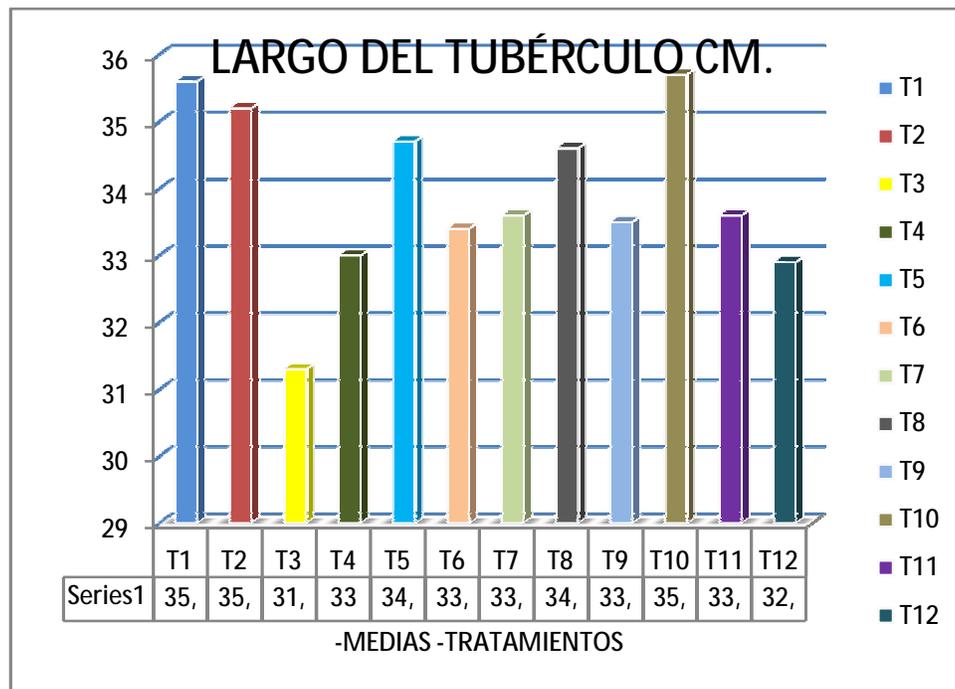
F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F
Réplicas	2	25.78	12.89	3.117 n.s.
Tratamientos	11	53.57	4.87	1.177 n.s.
Densidad (A)	2	0.4765	0.23	0.745 n.s.
Poda (B)	1	20.24	20.24	3.066 n.s.
Fertilización (C)	1	1.51	1.519	5.520 n.s.
(A x B)	2	16.19	8.09	1.260 n.s.
(A x C)	2	1.68	0.84	0.131 n.s.
(B x C)	1	0.59	0.59	0.093 n.s.
(A x B x C)	2	12.85	6.42	1.553 n.s.
Error	22	91.00	4.13	
TOTAL	35	170.35		

Media General = 33.9611

Coefficiente de Variacion = 5.99 %

Al comparar el valor de la F calculado (F_c) con el valor de la F tabulada (F_t) para un 5 y 1 % de significancia se observa que F_c es menor que la F_t , en cuanto a todas las fuentes de variación, por lo tanto aceptamos la H_0 , esto quiere decir que no existen diferencias significativas en cuanto a todas las fuentes de variación, por lo que no es tan necesario realizar las pruebas de comparación de medias.

Gráfica N° 5



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el T10, ya que dicho tratamiento tiene un valor más alto que los demás en cuanto al Largo del Tubérculo.

14.3. Rendimiento en kg. (21 de mayo)

Cuadro N° 11

tratamientos	Réplica I	Réplica II	RéplicaIII	Σ	X
T ₁ D1 + P1 + F1	12	11.5	12	35.5	11,8
T ₂ D1 + P1 + F2	11.5	12	12	35.5	11,8
T ₃ D1 + P2 + F1	12	12	12	36	12
T ₄ D1 + P2 + F2	11.5	12	11.5	35	11,6
T ₅ D2+ P1 + F1	10.5	10	10.5	31	10,3
T ₆ D2 + P1 + F2	10	10.5	10.5	31	10,3
T ₇ D2 + P2 + F1	10.5	10	10	30.5	10,1
T ₈ D2 +P2 + F2	10.5	10.5	10.5	31.5	10,5
T ₉ D3 + P1 + F1	10	10.5	10	30.5	10,1
T ₁₀ D3 + P1 + F2	10.5	10	10	30.5	10,1
T ₁₁ D3 + P2 + F1	10.5	10.5	10.5	31.5	10,5
T ₁₂ D3 + P2 + F2	10	10	10	30	10
Σ	129.5	129.5	129.5	388.5	

14.4. Análisis de varianza

Cuadro N° 12

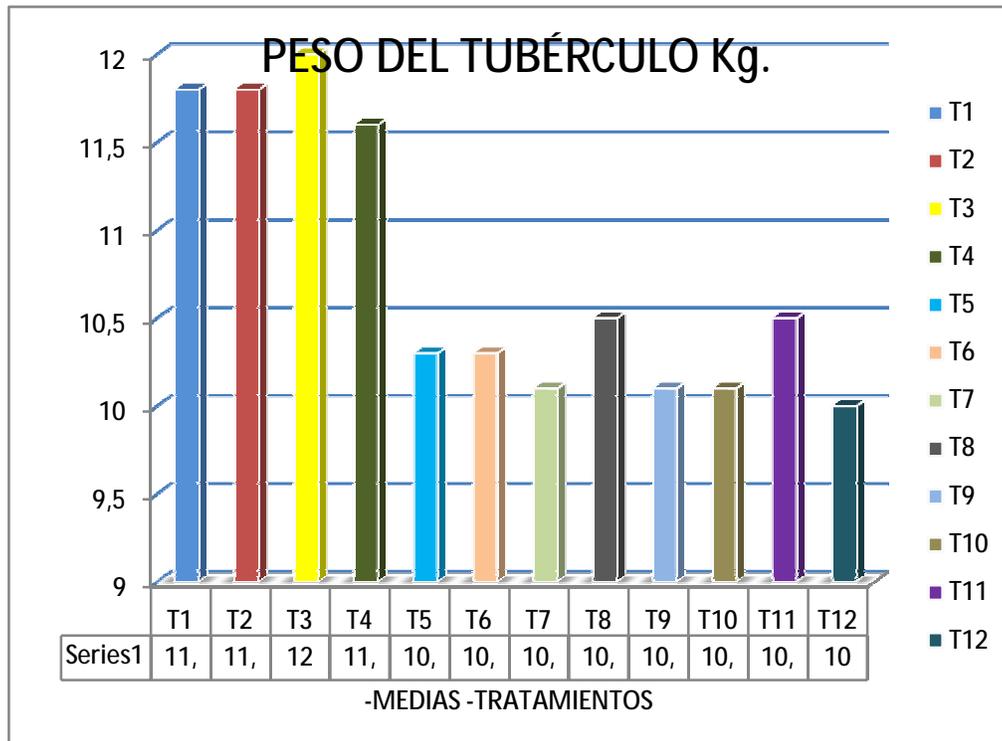
F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F
Replicas	2	0	0	0.000 n.s.
Tratamientos	11	20.354	1.850364	30.527 ***
Densidad (A)	2	19.625	9.8125	65.158 **
Poda (B)	1	6.835938E-03	6.835938E-03	2.193 n.s.
Fertilización (C)	1	.0625	.0625	1.000 n.s.
(A x B)	2	1.416016E-02	7.080078E-03	0.049 n.s.
(A x C)	2	.2915039	.145752	1.000 n.s.
(B x C)	1	.0625	.0625	0.429 n.s.
(A x B x C)	2	.2915039	.145752	2.405 n.s.
Error	22	1.333496	6.061346E-02	
TOTAL	35	21.6875		

Media General = 10.7917

Coefficiente de Variación = 2.28 %

Al comparar el valor de la F calculado (F_c) con el valor de la F tabulada (F_t) para un 5 y 1 % de significancia se observa que F_c es mayor que la F_t , en cuanto a las fuentes de variación que corresponden a los tratamientos y a la densidad, por lo tanto se rechaza la H_0 , esto quiere decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y la densidad (A), por lo que se recurrió a una prueba de comparación de medias para poder recomendar el mejor tratamiento.

Gráfica N° 6



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el T3, ya que dicho tratamiento tiene un valor más alto que los demás en cuanto al peso del tubérculo.

Prueba de Tukey

$$T = q_x * S_x$$

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{N^{\circ}r}} =$$

$$s_x = \sqrt{\frac{6.06}{3}} = 1.42$$

$$T = 1.42 * 5.06 = 7.1$$

Orden de mérito- Tukey

T ₃	T ₁	T ₂	T ₄	T ₈	T ₁₁	T ₅	T ₆	T ₇	T ₉	T ₁₀	T ₁₂
12	11.8	11.8	11.6	10.5	10.5	10.3	10.3	10.1	10.1	10.1	10
a	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc

El orden de mérito de Tukey nos indica que los mejores tratamientos resultaron ser todos ya que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se recomienda cualquiera independientemente del análisis económico de cada tratamiento.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5. CLASIFICACION BOTÁNICA

Pertenece a la familia leguminosa y a género neotropical *Pachyrhizus* (Fabaceae) el origen con exactitud aun se desconoce. La palabra *Pachyrhizus* deriva del vocablo *pachy* que significa grueso y *rhizus* que significa raíz gruesa; es decir planta de raíz gruesa. **(Julio E. Trujillo – Perú, 2006).**

5.1. Origen

El área de distribución de las tres especies cultivadas dentro del género *Pachyrhizus* se extiende desde los 21° N en México hasta los 25° S en el norte de Argentina. Aún que *P. ahipa* se supone originariamente de los andes de Bolivia o Perú, no se conoce *ajipa* en estado silvestre. En la actualidad la mayor parte de las áreas de cultivo están situadas en Bolivia, concentradas en tres sectores, uno situado en los Yungas de La Paz y Cochabamba y otros en los alrededores de Tarija, también se cultiva en algunas parcelas en las provincias de Jujuy y Salta Argentina **(Ørting & M. Sørensen U.M.S.A. La Paz, 2006).**

5.2. TAXONOMÍA DE LA AJIPA

Reino	:	Vegetal
Phylum	:	Telemophytae
Division	:	Tracheophytae
Sub. Division	:	Anthophyta
Clase	:	Angiosperma
Sub. Clase	:	Dicotyledoneae
Grado evolutivo	:	Archichlamydeae
Grupo de órdenes	:	Corolinos
Orden	:	Rosales
Familia	:	Leguminosae
Sub. Flia.	:	Papilionoideae
Género	:	<i>Pachyrhizus</i>

Especie : ahipa L.
N. común : ajipa

5.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Morfológicamente *Pachyrhizus ahipa* se distingue como una planta herbácea, semi-erguida, perenne a menudo cultivada como anual. (IRNAS-CSIC. Sevilla).

5.4. Raíz.

La raíz es un tubérculo carnoso se utiliza como alimento. Cada planta tiene una raíz abultada, la cual se va estrechando en ambos lados hacia el final. Las raíces pueden tener una longitud de 15 cm (o más) y pesar usualmente de 500 a 800 gr. Normalmente tiene forma alargada o irregular, pueden ser incluso casi esféricas. La cáscara de color amarillo pálido contiene una pulpa blanca que está entretejida con una fibra suave, presentan un predominio del sistema primario, es decir, de aquél que proviene de la radícula del embrión. Las raíces casi siempre exhiben nódulos poblados de bacterias del género *Rhizobium* que asimilan el nitrógeno atmosférico (Watson, L.; Dallwitz, M. J).

5.5. Tallo.

El tallo es herbáceo llega a alcanzar una altura de 10-20 cm.

5.6. Hojas.

Tiene hojas asimétricas y enteras; son casi siempre alternas y con estípulas, persistentes o caedizas, generalmente compuestas, imparipinnada, o trifoliadas en cortos racimos de 48-92 mm. (Cada folio individual puede o presentar una dentadura), se podría decir que son corazonadas estas son pubescentes. (Julio E. Trujillo – Perú, 2006).

5.7. Flor

Las flores, son flores violáceas o moradas y otras de color blancas son de tamaño mediano lo cual producen en gran cantidad desde el aporque hasta la cosecha alrededor de 80 a 100 flores dependiendo del desarrollo de la planta. El cáliz es tubular, la corola Papilionoideae,

el ala y la quilla de los pétalos son usualmente glabras. El ala ondulada hacia afuera continúa con las anteras, este es un rasgo distintivo en el género *Pachyrhizus*. (**Fassola Hugo E. INTA Montecarlo 2007**).

5.8. Inflorescencia

La inflorescencia son axilares en racimos simple de 5-9 cm de longitud, con 2-6 flores por racimo lateral, el cáliz es tubular, se da en tallos cortos de 0.1 a 0.5 cm. Los capullos son de color blanco o lila. (**Fassola Hugo E. INTA Montecarlo 2007**).

5.9. Fruto

El fruto técnicamente denominado legumbre, es una vaina de 12 a 14 cm. de longitud, de 1.4 a 2.3 cm. de ancho deriva de un ovario compuesto por un sólo carpelo el cual en la madurez se abre longitudinalmente en dos valvas, lo que indica que su dehiscencia ocurre por la nervadura media y por la unión carpelar. No obstante, existe algunos frutos que no son dehiscentes es decir que no se abren en la madurez dejándole expuestas a la radiación solar por varios días se puede observar bien (**Julio E. Trujillo – Perú, 2006**).

5.10. Semillas

La vaina es de 13 – 17 cm de largo y 11- 16 mm de ancho, las vainas inmaduras en un corto transversal son casi circulares y solo ligeramente comprimidas dorsoventralmente, presenta septos internos entre semillas.

Las semillas son redondas en forma de riñón, midiendo de 0.8 a 1.0 cm. y normalmente de color oscuro, pero también pueden ser negri-blancas o marrones. Las 100 semillas pueden pesar entre 17.3 y 41.2 g. (Sorensen. 1999) esto se puede almacenar por un máximo de cuatro años igual es viable germina normalmente. (**Eduardo O. Leidi Sevilla**).

6. MANEJO DEL CULTIVO

Por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo su cultivo puede aprovechar muy bien los terrenos marginales, incluyendo los suelos empobrecidos en donde otros cultivos tienen bajo rendimiento. (**Eduardo O. Leidi Sevilla**).

6.1. Propagación

Las plantas son fácilmente propagadas por semillas, incluso haciendo uso de tubérculos Pequeños, los cuales reducen el tiempo de crecimiento, aunque se observe que lo más recomendable es utilizar la propagación por semilla ya que produce una nueva raíz pando origen a un nuevo tubérculo de mejor calidad para el consumo. **(Julio E. Trujillo – Perú, 2006).**

6.2. Clima.

No existen estudios específicos sobre las necesidades climáticas de la ajipa y/o sobre su rango de adaptación. Sin embargo, la procedencia de las líneas disponibles (zona Andina de Bolivia y Norte de Argentina) hacía suponer una cierta tolerancia al frío. La germinación requiere de temperaturas relativamente elevadas y las temperaturas de 0-1°C ya producen daños por heladas. No tenemos datos de temperaturas óptimas para los periodos de crecimiento vegetativo y reproductivo. **(Orting y Sorensen, 2001).**

6.3. Época de siembra

No se conoce la mejor época de siembra, sin embargo podemos deducir que esta planta puede desarrollarse durante todo el año, principalmente entre los meses de junio y noviembre es por eso que se lo menciona como un cultivo de primavera – verano ya que requiere temperaturas elevadas para germinar, sin embargo es posible que exista variedades con menor requerimiento térmico para el inicio de la germinación. La temperatura óptima de germinación, determinada en el laboratorio se aproxima a 30°C, similar al que necesita el algodón. Para siembras con temperaturas apropiadas, a la semana puede producirse la nacencia consistente en la aparición de la yema terminal y el primer par de hojas.

Se observa que existe un efecto de fotoperiodo, por lo que la floración se neutraliza considerablemente cuando se siembra a finales del mes de noviembre.

Esto va de acuerdo a la zona ya que en la parte Chuquisaca y parte de Tarija la siembran mayormente desde octubre hasta febrero, mientras que en La Paz en Luribay la siembran de agosto a octubre. **(Julio E. Trujillo – Perú, 2006).**

6.4. Requerimiento del suelo

Se procede a dar dos a tres pasadas de rastra, dependiendo de la textura del suelo. Para el cultivo se prefieren los suelos arenosos con buen drenaje y de baja a buena fertilidad, con pH entre neutro a ligeramente alcalino, aunque se adapta a una gran variabilidad de suelos. **(Julio E. Trujillo – Perú, 2006).**

El suelo tiene que estar bien cultivado al momento de sembrar para que tenga una buena germinación sin dificultad ya que en muchos casos el proceso de germinación es el más complicado en algunas zonas cuando se presenta suelos arcillosos, de igual manera se observó que en suelos arcillosos tiene una buena producción en la parte de Chuquisaca-Bolivia.

No existen estudios específicos sobre el efecto del tipo de los suelos en el cultivo de ajipa. Los suelos de textura franca a franco arenoso serian los más apropiados, como se recomienda para la jícama, una leguminosa similar de zonas tropicales. La permeabilidad de los suelos sueltos y bien aireados impedirá los riesgos de putrefacción de las raíces. **(Versión propia).**

6.5. Fertilización

Siendo leguminosa, no es exigente en fertilización con nitrógeno porque es capaz de fijarlo en simbiosis con las bacterias nitrificantes del suelo. Sin embargo es posible que el cultivo de la ajipa presente una respuesta positiva al empleo de otros nutrientes como fósforo y potasio, como lo indica las concentraciones críticas observadas en el análisis foliar, dado los elevados requerimientos para la producción de raíces y semillas **(Leidi y col., 2001)**. La fertilización con fósforo tiene un efecto positivo importante en la modulación del cultivo. Por lo que una mejora de la nutrición fosforada podría aumentar de forma significativa la producción al incrementar indirectamente la capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno. **(Nielsen et al., 1998).**

6.6. Densidad de siembra

Es muy variable, dependiendo del tipo de suelo. Sin embargo, se podría utilizar un distanciamiento entre plantas de 25 cm., y de 60 a 80 cm. entre surcos. En *P. Erosus* se

utiliza el sistema de doble hileras: 25 x 25 cm. entre plantas e hileras y 80 cm. entre surco o dobles hileras, de esta forma se obtienen raíces pequeñas útiles para la comercialización con elevados rendimientos, de aproximadamente 30 T/Ha., aunque no existen datos oficiales de producción. **(Julio E. Trujillo – Perú, 2006).**

La densidad de siembra puede variar según el tipo de variedad. Si bien se recomienda una densidad aproximada de 100.000 plantas por hectárea, estos valores serían más adecuados para los genotipos pequeñas y sin guías. Otros genotipos de más vigorosos, requieren menor densidad de plantación. Distancia entre 15 y 20 cm. Entre plantas parecen apropiadas **(Eduardo O. Leidi Sevilla).**

6.7. Inoculación.

En algunos suelos cultivados no se observa nodulaciones de sus raíces por la presencia de rizobios, fenómeno de extraordinaria importancia para sacar provecho de su capacidad de fijar nitrógeno del aire y por tanto, su independencia del aporte de fertilizantes nitrogenados. Es de destacar sin embargo la escasa respuesta a la fertilización nitrogenada como consecuencia de una baja tasa de absorción y asimilación del nitrato disponible. Los inoculantes con rizobios apropiados deben mezclarse con la semilla antes de la siembra, del mismo modo como se efectúa con otras leguminosas grano forrajeras. La inoculación con cepas efectivas permite obtener una buena modulación de las raíces que se traduce en una clara respuesta del cultivo en los suelos con baja concentración de nitrógeno. Un ventaja adicional de fijación simbiótica de nitrógeno es la mejora en la capacidad de absorción de otros nutrientes, por efectos de acidificación rizosférica inducida y el aumento de la disponibilidad de nutrientes con baja solubilidad en suelos calizos **(Vidueira y col.2001)** **(Eduardo O. Leidi Sevilla).**

6.8. Riego

Es exigente en el recurso hídrico, debiendo mantenerse la humedad del suelo más que todo en proceso de germinación y durante el desarrollo vegetativo, sobre todo en el periodo de anclaje, desconociéndose su coeficiente hídrico. Algunos estudios han indicado la posible tolerancia a la sequía de la ajípa en comparación con la jícama. Los únicos estudios

efectuados en ajipa con niveles de riego se han realizado en Portugal, y en ellos se ha observado que la reducción del aporte de agua al 50% de la evapotranspiración (medida en tanque evaporimétrico) producía una disminución de la producción del 50% (**Leidi, 2001**).

No se recomienda mucha humedad cuando ya está cerca de la cosecha ya que el tubérculo es sensible a la pudrición.

6.9. Poda

También se lo denomina remoción, donificio, desfloración. Esto consiste en la eliminación de todas las flores, es una práctica obligada para reducir el desarrollo vegetativo, y la acumulación de nutrientes en la semilla de esa manera poder incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las raíces. Se ha determinado que la desfloración (poda de flores) incrementa entre 30 y 55 % los rendimientos de tubérculos, esto se lo hace de forma manual planta por planta es el trabajo más complicado, en cuanto a la producción de la ajipa ya que cada planta tiene alrededor de 100 a 200 flores, esto de acuerdo al vigor y desarrollo vegetativo de cada planta. (**Rea, J. 1996**).

6.10. Control de malezas

Se requiere de mantener el campo limpio, libre de malezas, principalmente durante las etapas de enraizamiento cuando termina terminó de germinar ya que de ahí depende la buena formación, resistencia de la planta, esto se lo debe hacer con mucho cuidado en la primera desmalezada ya que las raíces todavía están cerca la superficie porque la semilla es depositada a una profundidad de 2 – 3 cm. (**Versión propia**).

Las malas hiervas de verano típicas de zonas de regadío, pueden causar un perjuicio importante al cultivo, por la competencia por luz y nutrientes. Debido al lento crecimiento inicial de los cultivares disponible, sería de interés conocer la tolerancia de la ajipa a herbicidas de presembrado o preemergencia similares a los empleados para otras leguminosas como soya. Son aconsejables de labores de deshierbe manual o tratamientos con herbicidas tipo bentazona para el control de las malas hierbas más frecuentes durante el periodo del cultivo como verdolaga (*Portulaca oleracea L.*) y juncia o castañuela (*Cyperus rotundus L.*) (**Amaya Robles Perú 2006**).

7. Cosecha

Esta debe realizarse después de los cinco a seis meses de la siembra; sin embargo, para sistemas de producción comercial ésta debe hacerse temprano, entre los tres y cinco meses, para obtener raíces pequeñas favorables para su comercialización. En general, las raíces son recogidas a mano es recomendable extraerla del suelo con mucho cuidado, en el transporte de la misma manera, porque dependerá de eso la duración del producto. También el almacenamiento puede ser en el suelo para ser utilizadas según la necesidad. **(Fássola, 2006).**

Las raíces pueden alcanzar tamaño entre 0.2 y 0.5 Kg. Por planta. En densidades de siembra bajas, algunos genotipos han producido plantas con raíces de peso superior a 1 kg. Después de 160 días de cultivo.

La madurez de los frutos se alcanza muy lentamente, y en nuestras condiciones, para obtener semilla se debe proceder al secado de las vainas en cobertizos o sistemas de secado con circulación forzada de aire (30-35°C). La reducción de las horas de sol y la disminución de las temperaturas durante el otoño no permite obtener frutos completamente secos en campo. La madurez fisiológica de la semilla se alcanza antes del secado completo de las vainas, por lo que es posible obtener semillas viables recogiendo aun inmaduras o verdes (coloración verde amarillento), con alto contenido de agua, y secando el fruto completo antes de la trilla. Si se acumulan las vainas en zonas de secado al aire o al sol, debe removerse con frecuencia para evitar la putrefacción por esclerotinia. Esto se evita empleando temperaturas de secado entre 30-35° C, que permite secar las vainas en periodo de tiempo razonable corto y obtener semillas viables. Uno de los problemas de la nascencia del cultivo, que es la variabilidad en la emergencia, puede ser consecuencia del grado de llenado de las semillas, que pueda influir en su vigor germinativo. **(Leidi 2002 Sevilla)**

7.1. Plagas, nematodos y enfermedades.

El principal problema que afecta severamente el cultivo es la presencia de nematode (gusano de forma cilíndrica), el *Melodogyne* sp ataca los cultivos de ahipa e impide la tuberización normal, lo que provoca una reducción del rendimiento de las cosechas. Por lo

que previamente a la siembra debe estimarse el número y el tipo de nemátodos que predominan en la parcela. Los síntomas característicos del ataque por nemátodos consisten en la pérdida de turgencia de plantas en la línea de siembra, que acaban muriéndose a los pocos días. Cuando se da esta situación, se observa la raíz principal totalmente destruida por el ataque de otros organismos (hongos y bacterias) en las heridas causadas por los parásitos, en otras ocasiones con ataques más leves, se observan las características nudosidades en raíces (bien diferentes de los nódulos de rizobios) y a la cosecha la formación de abultamientos en la raíz tuberosa.

Algunos indicios de la posible existencia de problemas de nemátodos pueden obtenerse del cultivo precedente, donde la observación de los síntomas característicos como la deformación de las raíces (nudosidades, abultamiento), marchitez a pesar de disponer de agua en suelo, o el crecimiento irregular pueden ser indicadores de la presencia de nemátodos. En estos casos es totalmente desaconsejable la siembra de ají en esos suelos sin un estudio específico de la población de nemátodos, o se corre el riesgo de perder totalmente el cultivo.

En estudios realizados por la Dra. Carmen Lobatón (Departamento de Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla) sobre material procedente de una parcela experimental sembrada durante cierto número de años con monocultivo de maíz, se llegó a la identificación de la principal especie de nemátodos causantes del ataque como *Meloidogyne hapla*.

Algunas observaciones de síntomas causados por nemátodos consisten en la reducción de crecimiento y aparición de coloraciones amarillentas en el haz de las hojas y pudrición en la raíz.

Con posterioridad a la cosecha, y por la elevada humedad de las raíces y vainas cosechadas y las temperaturas bajas del otoño e invierno, es frecuente el ataque de podredumbre blanca (*esclerotinia* spp). Con gran producción de esclerocios en las vainas y raíces afectadas. Entre las enfermedades fisiológicas detectadas cabe destacar la aparición de manchas cloróticas en el primer par de hojas de plántulas, cuando se registra altas temperaturas después de la emergencia, y el ya indicado acartonamiento, consiste en

aparición de amplias zonas de color pardo y menor flexibilidad en las hojas. Ambos síntomas se han relacionado a una elevada acumulación de calcio en los tejidos y una baja concentración de potasio. **(Leidi 2002)**.

7.2. Insectos.

En una investigación del cultivo de la ajipa en la provincia de Sevilla se detectó la presencia, según años y cultivos vecinos, de mosca blanca en hojas (*Bemisia* spp.). Algunos tipos de chinche (*Nezara* spp.) oruga de lepidópteros (*Prodenia* spp.) en estado vegetativo y durante el desarrollo de las vainas, sin alcanzar poblaciones de importancia para justificar el uso de compuestos insecticidas. Se ha observado gran resistencia al ataque de araña roja (*Tetranychus* spp.), al no observarse ataque de esta plaga sobre ajipa cuando en la vecindad existían cultivos infectados.

En invernadero, las plantas de experimentación y multiplicación, resultaron particularmente afectadas por ataques de cochinilla harinosa (*Planococcus* spp., Homóptera), localizadas en mayor densidad en la porción proximal de las vainas durante el periodo de llenado. **(Leidi 2002)**.

7.3. Composición de la raíz tuberosa.

Entre las materias primas obtenidas del cultivo de la ajipa deben destacarse el almidón y los azúcares de las raíces tuberosas. El almidón producido por las raíces tiene una alta proporción de amilopeptina en relación a amilosa, que lo hace válido para procesos de la industria alimentaria cuando se debe reducir los efectos de retrogradación del almidón. **(Forsyth 2002)**.

El contenido de azúcares es bastante elevado, y se compone fundamentalmente de azúcares reductores (glucosa), mientras la sacarosa está presente en baja proporción.

Los contenidos de nitrógeno son variables dependiendo del material vegetal, y en general se corresponde con compuestos de nitrógenos solubles como aminoácidos.

En el siguiente cuadro se muestra valores medios (promedios de 7 genotipos) del contenido de materia seca y compuestos de interés industrial y nutricional. Se debe destacar que,

interés industrial y nutricional. Se debe destacar que entre los aminoácidos solubles presentes en extractos celulares de las raíces, no se ha observado la presencia del aminoácido canavanina, un compuesto que si se acumula en la semilla de la ajipa. En cuanto a la composición mineral de las raíces, el principal nutriente acumulado es el potasio. (Gruneberg 1999).

Composición de las raíces tuberosas de ajipa en contenido de materia seca, compuestos orgánicos y elementos minerales (media de 7 genotipos) en %.

Materia seca	Azúcares %	Almidón %	Proteínas¹ %	Aminoácidos %
19	37	44	3	0.42
Minerales	N %	P %	K %	Ca %
	0.32	0.14	1.07	0.13
	Fe	Mn	Zn	Cu
	ppm	ppm	ppm	ppm
	8	2	17	9

(Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (Leidi 2002).

7.4. Composición de la semilla.

En la semilla de la ajipa hay una elevada concentración de proteínas, alcanzando valores cercanos a las semillas de otras leguminosas como lentejas, judías y constituido por proteínas de similares características, por tanto con un alto valor potencial para la fabricación de piensos o como insumo para la preparación de adhesivos. El aceite procedente de la semilla, cuya concentración también alcanza valores próximos a los de semillas, cuya concentración también alcanza valores próximos a la semillas de soya, tienen la particularidad de presentar una alta concentración de ácido palmítico, lo que le confiere un alto interés para la industria. (Gruneberg, y col. 1999).

Otros productos a obtener de la semilla son el aminoácido canavanina, con posibles usos farmacológicos par tratamiento de ciertos tipos de cáncer y desordenes derivados de procesos isquémicos, y la rotenona, un compuesto insecticida efectivo para el control de

ciertas plagas. Composición típica de las semillas de ajipa en contenido de materia seca, compuestos orgánicos y elementos minerales.

Azúcar %	Almidón %	Grasa %	Proteínas¹ %	Aminoácidos %
10	4	21	28	0,21
Minerales	N %	P %	K %	Ca %
	5,00	0,52	1,50	0,13
	Fe	Mn	Zn	Cu
	ppm	ppm	ppm	ppm
	50	15	44	10

(Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (Leidi 2002).

7.5. Análisis químico de la raíz de *Pachyrhizus ahipa*

Análisis químico de raíces tuberosas de *Pachyrhizus ahipa* cosechadas en Laharrague, Misiones, en campaña 2004-2005.; **Pachas A.**

MS %	PB %	FDN %	FDA %	LDA %	EE %	Cenizas %
Materia seca	Proteína bruta	Fibra detergente neutro	Fibra detergente ácido	Lignina detergente ácido	Extracto etéreo	-----
22,51	8,21	14,27	9,73	2,19	1,59	3,27

Ensayos ejecutados en el Campo Laharrague (EEA INTA Montecarlo) campaña 2005-2006. (**Fassola E**).

8. ABONOS.

8.1. Fertilización orgánica

Los abonos orgánicos además de aportar al suelo sustancias nutritivas, influyen positivamente sobre la estructura del suelo y sirven de alimento a los microorganismos que lo habitan. (**Morvan. 1999**).

El abono se considera como los desechos de seres vivos como puede ser el estiércol, o de restos vegetales podridos o sustancias de origen natural procedente de los seres que aporta al suelo para las plantas y así puedan nutrirse para su buen desarrollo. (**Rodale. 2002**).

8.2. Los abonos como fuente de nutrientes

Los abonos se fabrican concretamente para aportar uno o más nutrientes con el fin de suplementar las reservas de nutrientes del suelo. En contraposición a los estiércoles, los abonos compuestos más modernos tienen el único objeto de aportar nitrógeno, fósforo y potasio, tres de los elementos mayores, si bien en los mismos se omiten el resto de dichos elementos (calcio, azufre y magnesio) y los oligoelementos. (**González y Benítez 1996**).

La mayoría de los abonos compuestos (que aportan NPK) y de los abonos “simples” (que aportan nada más que un elemento nutriente) son hidrosolubles y fácilmente asimilables por las plantas. Los residuos de estos abonos no absorbidos por el primer cultivo, o bien son lavados del suelo o bien son transformados en forma menos asimilables mediante procesos tales como la fijación o mediante su conversión en forma orgánica por los organismos del suelo. (**Salmerón 2004**).

8.3. Estiércoles

El término “estiércol” se utiliza para designar a materiales orgánicos de gran volumen, principalmente residuos vegetales y excretas animales que se incorporan de nuevo al suelo, bien directamente o después de un tipo de procesado. Por lo que se refiere a los estiércoles de granja y a los purines, el procesado del material vegetal supone su paso a través del tracto digestivo de los animales y una fermentación ulterior. (**K. Simpson. 1987**).

Gracias a su composición, los estiércoles tienen dos funciones. Aportan materia orgánica al suelo, que en gran parte se pierde por transformarse en dióxido de carbono, aunque parte de la materia misma se transforma en humus-sustancia orgánica de color negro o pardo oscuro que persiste en el suelo y mejora sus propiedades físicas. Los estiércoles también aportan a las plantas una diversidad de nutrientes derivados de los residuos de las cosechas de las que proceden. Los estiércoles de granja bien conservados contienen toda la gama de nutrientes esenciales aunque no necesariamente en la proporción requerida por las plantas. **Rodale. J. (2002).**

Los estiércoles más corrientemente utilizados actualmente son productos animales, los tradicionales estiércoles de granja elaborados a base de paja, y los purines, cuyo empleo es más reciente, obtenido simplemente diluyendo las excretas animales con el agua utilizada en la limpieza de los alojamientos del ganado. **(Guerrero.2000).**

Los estiércoles verdes constituyen la fuente más valiosa de nutrientes y de materia orgánica. **(Rodríguez.1996).**

El estiércol es una mezcla de las camas de los animales con sus deyecciones, que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas primero en el establo y luego en el estercolero. **(Labrador y Guiberteau.1991).**

Se trata de un abono compuesto de naturaleza órgano-mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. Su nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y el fósforo y el potasio al 50 % en forma orgánica y mineral.

Su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, la naturaleza de la cama, la alimentación recibida, la elaboración y manejo del montón, etc. Como término medio, un estiércol con un 20 - 25 % de materia seca contiene 4 kg.t^{-1} de nitrógeno, $2,5 \text{ kg.t}^{-1}$ de anhídrido fosfórico y $5,5 \text{ kg.t}^{-1}$ de óxido de potasio. En lo que se refiere a otros elementos, contiene por tonelada métrica 0,5 Kg. de azufre, 2 Kg. de magnesio, 5 Kg. de calcio, 30 - 50 g de manganeso, 4 g de boro y 2 g de cobre. El estiércol de caballo es más rico que el de oveja, el de cerdo y el de vaca. El de aves de corral o

gallinaza es, con mucho, el más concentrado y rico en elementos nutritivos, principalmente nitrógeno y fósforo. (**Meléndez.1998**).

El tratamiento a base de caprinaza aporta por cada tonelada de compost 18 Kg de Nitrógeno, 5. Kg de calcio, 2.6 Kg de magnesio, 20 Kg de potasio y 0.16 Kg de fósforo, Mientras que el compost a bases de caprinaza más gallinaza aporta 17Kg de nitrógeno, 5 Kg de calcio, 2.3 Kg de magnesio, 25 Kg de potasio y 0.5 Kg de fósforo por cada tonelada de compost. (**Vargas Bayona.2004.**)

8.4. Fertilización química.

Por lo común, se piensa en el fertilizante como algo que, independientemente de su composición, cuando se aplica a la tierra hace crecer mejor a las plantas. En realidad, el fertilizante contiene uno, o más, de los tres nutrientes primarios para las plantas: nitrógeno (N), fosfato aprovechable (P₂O₅) y potasa (K₂O); a menudo, también contiene cantidades sustanciales de otros nutrimentos. (**Limusa.2004**).

Los fertilizantes son productos químicos que se administran a las plantas con la intención de estimular su crecimiento; se aplican generalmente tanto al suelo como por aplicación foliar.

Aportan los tres principales nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas en diversas proporciones (nitrógeno, fósforo y potasio), nutrientes secundarios (calcio, sulfuro y magnesio) y, a veces micro nutrientes, de importancia también para la alimentación de la planta (boro, manganeso, hierro, zinc, cobre y molibdeno. (**Rivera2003**).

Estas sustancias se pueden obtener tanto de materiales orgánicos naturales, como el compost o el estiércol (principal fertilizante hace tiempo pero en claro declive ahora, aunque siga utilizándose) o artificiales, como por el proceso Haber Bosch, que produce amoníaco. Este amoníaco se utiliza para producir ácido nítrico, y a través de la reacción de ambas sustancias producen el nitrato amónico. A través del proceso de Odda también se obtienen fertilizantes compuestos del amoníaco y el ácido nítrico, en la proporción 15-15-15. (Liebig).

Con la aparición de la agricultura intensiva se ha incrementado la aplicación de fertilizantes sintéticos y naturales con el fin de aumentar el rendimiento de las cosechas, lo que ha producido la contaminación del suelo. La sobre utilización de estos productos puede producir la aparición de algas en lagos y corrientes que reciben las aguas sobrantes de las tierras cultivadas y conllevan la degradación del suelo a largo plazo. (**Gómez E. 1994**).