

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La ajipa (*Pachyrhizus ahipa* L.R. Parodi) es una planta herbácea que pertenece a la familia leguminosae, subfamilia papilionoideae y al género neotropical *Pachyrhizus* (del griego pachys=grueso y rhiza=raíz), es decir planta de raíz gruesa.

Nativa de América del Sur y cultivada en pequeña escala en los Andes bolivianos, Sur de Perú y el Noroeste de Argentina (provincias de Jujuy y Salta).

Esta especie, acumula almidón como principal compuesto de reserva, produce semillas (a partir de las cuales se propaga su cultivo) y tiene hojas y tallos en los que se acumula rotenona, una sustancia con propiedades insecticidas, presentando así alta tolerancia al ataque de plagas. La rotenona se encuentra asimismo en las semillas maduras, aunque la raíz está normalmente libre de este compuesto.

El ciclo de crecimiento de la ahipa es de 6-8 meses, pero presenta algunas dificultades biológico-agronómicas ya que una producción eficiente requiere un manejo cuidadoso del cultivo que incluye la poda sistemática de flores y frutos jóvenes durante el ciclo.

Actualmente, se la cultiva desde México hasta la Argentina, principalmente en el noroeste en las provincias de Salta y Jujuy, entre los 200 a 3.300 metros sobre el nivel del mar (msnm). Es considerada como uno de los cultivos que está en proceso de extinción ya que su plantación ha ido disminuyendo, provocando su desaparición de muchos lugares o su limitación, quedando sólo vestigios de ella en pequeñas parcelas de valles aislados, donde es sembrada ya sea en monocultivo o en asocio con el maíz.

En Bolivia se cultiva solo en algunas comunidades pequeñas y aisladas en los valles subtropicales de los Andes Occidentales. Hace 15 años las dos principales áreas de producción de *P. ahipa* se encontraban en las regiones: el valle de Luribay (departamento de La Paz, provincia Loayza) y el valle de Pilaya (departamento de Chuquisaca, provincia Sud Cinti).

Sin embargo por el momento su cultivo a una escala más grande se mantiene en la comunidad Caraparí que está ubicada en el valle de Pilaya, en el departamento de Chuquisaca.

Actualmente en la comunidad de Pampa Grande su cultivo ha tomado importancia debido a los ingresos que genera, el manejo del cultivo se lo realiza tradicionalmente a base de conocimientos empíricos, realizan la poda en vaina es decir cuando el fruto se ha formado completamente, dejando una, dos y hasta tres vainas por planta, lo que hace que los rendimientos y la calidad de la raíz no sean del todo satisfactorios, lo que hizo ver la necesidad de incorporar un nuevo sistema de poda consistente en la poda floral con una, dos y tres inflorescencias por planta y con una, dos y tres flores por planta, como una alternativa de su manejo.

La poda es una práctica necesaria que se debe realizar en el cultivo de la ajipa, consiste en la eliminación de las flores, inflorescencias y frutos de la planta, para que ésta pueda almacenar las sustancias que se forman en las hojas producto de la fotosíntesis, en la raíz de la planta y no en el fruto; para reducir el desarrollo vegetativo, mejorar la calidad de las raíces e incrementar el rendimiento, ya que el tamaño de la raíz depende del número de vainas productivas por planta.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La poda es una práctica necesaria que se debe realizar en el cultivo de la ajipa, consiste en la eliminación de las flores, inflorescencias y frutos de la planta, para que ésta pueda almacenar las sustancias que se forman en las hojas producto de la fotosíntesis, en la raíz de la planta y no en el fruto; para mejorar la calidad de las raíces e incrementar el rendimiento, ya que el tamaño de la raíz depende del número de vainas productivas por planta.

Los rendimientos actuales en el cultivo de la ajipa en la comunidad de Pampa Grande, se encuentran por debajo de 30 t/ha., debido al mal manejo que se le da al cultivo y la falta de conocimiento del mismo.

Con el fin de solucionar la falta de información y el mal manejo del cultivo, se vio la necesidad de incorporar un nuevo sistema de poda, consistente en realizar la poda en la etapa de floración, dejando una, dos y tres inflorescencias por planta y dejando una, dos y tres flores por planta, para escoger el mejor tratamiento y de esta manera incrementar el rendimiento y calidad de las raíces, dado que es la raíz precisamente la parte comestible.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar el sistema de poda floral más adecuada, el número de inflorescencias que se debe dejar por planta o el número de flores que se debe dejar por planta, para lograr un buen rendimiento, un tamaño adecuado y uniforme de la raíz.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la poda floral con una, dos y tres inflorescencias por planta y con una, dos y tres flores por planta, en el rendimiento del cultivo en t/ha.
- Evaluar el efecto de la poda con una, dos y tres inflorescencias por planta en el tamaño de la raíz.
- Evaluar el efecto de la poda con una, dos y tres flores por planta en el tamaño de la raíz.

1.4.HIPÓTESIS

Con la incorporación de los dos sistemas de poda floral, se consigue un incremento del rendimiento y una raíz de tamaño adecuado y uniforme, en el cultivo de la ajipa.

Ho: No existe diferencias significativas o no influye el sistema de poda, con una, dos y tres inflorescencias por planta y con una, dos y tres flores por planta, en el rendimiento y calidad de la raíz en el cultivo de la ajipa.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen de la Ajipa

La ajipa, cuyo nombre científico es *Pachyrhizus ahipa* L.R. Parodi, es una planta de la familia Leguminosae ya cultivada por los Incas durante el período precolombino, junto con especies muy habituales y mucho más conocidas para nosotros, como el maíz y el pimiento (Velasco y Rodríguez, 2002).

Es nativa de América del Sur, de las laderas orientales de los Andes, aunque no hay registros de plantas indudablemente silvestres, se ha establecido que la ajipa es fruto de la tecnología de los indígenas de la región andina (particularmente en los Valles Interandinos y Yungas de Bolivia, Sur de Perú y Noroeste de Argentina) quienes dieron gran importancia a su cultivo en el periodo precolombino, como dan cuenta los hallazgos arqueológicos de restos de raíces en enterramientos humanos y las representaciones en cerámica y bordados de distintas culturas. Entre las regiones en las que se cultivó ahipa en cierta escala, y donde todavía se la encuentra excepcionalmente, está el noroeste de la Argentina, allí la ahipa se cultivó, quizá, desde tiempos prehispánicos en lo que ahora son las provincias de Jujuy y Salta. Fue justamente en Jujuy donde en 1935 el botánico argentino Lorenzo Parodi la encontró y realizó su clasificación sistemática, y le dio su ubicación taxonómica actual (Grau, 1997).

Existen otras especies dentro del género *Pachyrhizus* con similar capacidad de producir raíces tuberosas, de las que destaca la jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban), cultivada en México y en países del Sudeste Asiático, donde se emplea como una especie hortícola, y el jacatupé (*Pachyrhizus tuberosus* (Lam.) Spreng.), con cierta importancia en algunas comunidades indígenas de Perú, Ecuador y Brasil (Velasco y Rodríguez, 2002).

2.2.Descripción Taxonómica de la Ajipa

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae.

Grado Evolutivo: Archichlamydeae.

Grupo de Ordenes: Corolinos.

Orden: Rosales.

Familia: Leguminosae.

Subfamilia: Papilionoideae.

Nombre científico: *Pachyrhizus ahipa* L. R. Parodi.

Nombre común: Ajipa.

Fuete: Herbario Universitario (T. B., 2018).

2.3.Descripción Botánica

Morfológicamente *Pachyrhizus ahipa* L.R. Parodi se distingue como una planta herbácea, semi erecta, perenne a menudo cultivada como anual (Sorensen, 1990).

2.3.1. Raíz:

Raíz tuberosa abultada la cual se va estrechando en ambos lados hacia el final. Las raíces pueden tener una longitud de 15 cm o más y pueden pesar usualmente de 400 a 500 g, normalmente tiene forma alargada o irregular, pueden ser incluso casi esféricas, suculentas y dulces, ricas en almidón y proteína. La cosecha se realiza después de 5 a 6 meses de la siembra (León, 2015).

2.3.2. Tallo

El tallo es herbáceo llega a alcanzar una altura de 30 a 60cm. (Contreras, 2012).

2.3.3. Hojas:

Compuestas trifolioladas, con foliolos asimétricos y enteros con pilosidades, siendo más anchos que largos (Contreras, 2012).

2.3.4. Inflorescencia:

Los capullos son de color morado, blanco o lila, son axilares en racimo simple de 5-9 cm de longitud, con 2-6 flores por racimo lateral (Sorensen, 1990).

2.3.5. Flores:

Flores cigomorfas y hermafroditas, el cáliz está compuesto por cinco sépalos soldados, la corola por dos pétalos soldados y tres pétalos libres, el androceo está formado por diez estambres, el gineceo es de ovario súpero formado por un carpelo unido forma un lóculo, de placentación marginal y presenta de una a diez semillas.

Flores con $FF = \odot$; $\% \text{; } \begin{matrix} \text{♂} \\ \text{♀} \end{matrix}$; $K_{(5)}$; C_{2+3} ; A_{10} ; $\underline{G}_1 \text{ } ^1m$
1-10

2.3.6. Frutos:

Fruto denominado legumbre o vaina, dehiscente de 13 a 17 cm de largo y de 11 a 16 mm de ancho, las vainas inmaduras en un corte transversal son casi circulares y solo ligeramente comprimida dorsoventralmente, presenta septos internos entre semillas y externamente esta comprimida entre semillas (Sorensen, 1990).

2.3.7. Semillas:

Las semillas son negras, cafés, morado claro o negro con blanco (crema moteada), tienen forma arriñonada y cuadrada, 9 x 10mm. Unas 100 semillas pueden pesar entre 17.3 y 41.2 g. (Sorensen, 1990).

2.4. Ecología del Cultivo

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 (zonas elevadas en la 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 a -1°C ya producen daños por helada. No tenemos datos de temperaturas óptimas para los períodos de crecimiento vegetativo y reproductivo. Los primeros informes sobre el cultivo indicaban insensibilidad al foto y termo período (Sorensen, 1990).

Sin embargo, estudios posteriores realizados con germoplasma de introducción reciente, han podido detectar una cierta variación en respuesta a la longitud del día en el tiempo a floración y desarrollo de la raíz tuberosa (Orting y Sorensen, 1996).

2.4.1. Altitud

Esta especie parece estar adaptada a un rango altitudinal de 800 a 2600 m.s.n.m. aunque también se han registrado cultivos a más de 3000 m.s.n.m. y por debajo de 500 m.s.n.m. en Bolivia (Contreras, 2012).

2.4.2. Temperatura

La región de cultivo de ajipa está localizada a lo largo del límite entre tierras templadas y tierras frías, la temperatura promedio en estas regiones es de 16°C–18°C, donde las condiciones climáticas dependen del tiempo de duración del día. La temperatura oscila entre una mínima de 5°C y una máxima variable de 30°C y 35°C (Contreras, 2012).

Durante la germinación, se requieren temperaturas relativamente elevadas para una buena emergencia. En experimentos de laboratorio se ha determinado una temperatura de germinación óptima de 30°C con la línea AC521 (E.O. Leidi, no publicado). No se observó germinación si la temperatura era inferior a 15°C. En estudios en campo, empleando sondas de temperatura a la profundidad de siembra, se observó que en condiciones de humedad óptima la germinación se producía a los 11-12 días si la temperatura media del suelo estaba entre 20 y 23°C.

Las temperaturas bajas de otoño (10-15°C) detienen totalmente el crecimiento vegetativo, aparecen hojas con síntomas de acartonamiento, se inducen procesos de senescencia foliar y el desarrollo de raíces se ralentiza o se detiene completamente. Temperaturas del aire de 0 a -1°C producen daños por helada en el cultivo (Velasco y Rodríguez, 2002).

Aunque es una especie que se adapta a condiciones subtropicales y tropicales, puede sembrarse en rotación con caña de azúcar. Al ser tolerante a las bajas temperaturas, permite un rango de cultivo mucho más amplio que otras especies tropicales y, además, hace posible su expansión hacia latitudes más elevadas en ambos hemisferios, pero hay que considerar que es muy sensible a las heladas (Masari, 2013).

2.4.3. Precipitación

La precipitación anual varía entre 400-900 mm, ocurriendo dentro de 4 a 6 meses, el resto es la estación seca con un clima semiárido. Es una planta que tolera largos periodos de sequía, pero un suplemento adicional de agua es esencial para incrementar el rendimiento de la raíz (Contreras, 2012).

2.4.4. Requerimiento del Suelo

No existen estudios específicos sobre el efecto del tipo de suelos en el cultivo de ajipa. Los suelos de textura franca a franco-arenosa serían los más apropiados, como se recomiendan para la jícama, una leguminosa similar de zonas tropicales. La permeabilidad de los suelos sueltos y bien aireados impediría condiciones de anoxia y disminuiría los riesgos de putrefacción de raíces (Velasco y Rodríguez, 2002).

Es posible que los suelos de reacción ácida sean más apropiados para su cultivo. Algunos reportes señalan que la principal limitación de los suelos calizos para el cultivo de ajipa era la reducida disponibilidad de fósforo y zinc, detectándose niveles críticos en hoja para los citados nutrientes (Contreras, 2012).

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. Se ha encontrado esta planta en suelos ácidos de textura liviana lo que permite inferir que la planta se adapta a estas condiciones (Contreras, 2012).

2.4.5. pH

El tipo de suelo que requiere es drenado y con un pH de 6 – 8 (Contreras, 2012).

2.4.6. Materia Orgánica

En varios lugares donde se cultiva ajipa los suelos son pobres, con niveles relativamente bajos en materia orgánica. Con frecuencia la ajipa se cultiva en terrazas de ríos, sobre suelos limosos o limo arenosos. En general hay consenso en que se deben evitar suelos muy arcillosos donde se dificulta el desarrollo de las raíces tuberosas (Grau, 1997).

2.4.7. Ciclo del Cultivo

La duración del periodo de cultivo es de 5-10 meses dependiendo de la longitud e intensidad de los rayos solares (Contreras, 2012).

2.5. 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. Las plantas son fácilmente propagadas por semillas (Contreras, 2012).

2.5.1. Propagación

Las plantas son fácilmente propagadas por semillas, incluso haciendo uso de tubérculos pequeños, los cuales reducen el tiempo de crecimiento (Contreras, 2012).

2.5.2. Época de Siembra

No se conoce la mejor época de siembra, sin embargo podemos inferir que esta planta puede desarrollarse durante todo el año, por lo tanto las siembras se pueden realizar principalmente entre los meses de octubre y noviembre.

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 (Contreras, 2012).

En Bolivia usualmente la ajipa se siembra en agosto – octubre, la fecha de siembra esta mayormente determinado por la estación lluviosa (Grau, 1997).

2.5.3. Preparación del Suelo

Se procede a preparar una semana antes de la siembra, que consiste en dos a tres pasadas de rastra, dependiendo de la textura del suelo y luego se procede al asoleado del terreno para la eliminación de nematodos y otros insectos que puedan dañar al cultivo (Contreras, 2012).

2.5.4. Fertilización

Siendo leguminosa, no es exigente en fertilización con nitrógeno porque es capaz de fijarlo en simbiosis con las bacterias nitrificantes del suelo (León, 2015).

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 (Contreras, 2012).

La fertilización con fósforo tiene un efecto positivo importante en la nodulación 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 (Contreras, 2012).

El empleo de la técnica de inoculación en el momento de siembra con cepas de rizobios específicas evitaría recurrir a la fertilización con nitrógeno. Por otra parte, no se produciría una mejora de la producción con el empleo de fertilizantes nitrogenados, dada la baja capacidad de absorción de las raíces. Sin embargo, es posible que el cultivo de ajipa presente una respuesta positiva al empleo de otros nutrientes como fósforo y potasio, como lo indican las concentraciones críticas observadas en el análisis foliar, dado los elevados requerimientos para la producción de raíces y semillas (Contreras, 2012).

2.5.5. 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 (Contreras, 2012).

En P. Erosus se utiliza el sistema de doble hilera: 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 Tn/ha, aunque no existen datos oficiales de producción (Contreras, 2012).

2.5.6. Inoculación

En los suelos en los que se ha cultivado no se ha observado nodulación 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 (Velasco y Rodríguez, 2002).

Por tanto, una práctica fundamental en nuestras condiciones es la inoculación con cepas de rizobios de comprobada eficiencia, de modo que la planta pueda formar los órganos de captación de nitrógeno del aire (los nódulos) desde el establecimiento del cultivo, para lograr un crecimiento inicial vigoroso que asegure el éxito de la implantación del cultivo. Los inoculantes con rizobios apropiados deben mezclarse con la semilla antes de la siembra, del mismo modo como se efectúa con otras leguminosas de grano o forrajeras. La inoculación con cepas efectivas permite obtener una buena nodulación de las raíces que se traduce en una clara respuesta del cultivo en los suelos con baja concentración de nitrógeno. Una ventaja adicional de la fijación simbiótica de nitrógeno es la mejora en la capacidad de absorción de otros nutrientes, por efecto de acidificación rizosférica inducida y el aumento de la disponibilidad de nutrientes con baja solubilidad en suelos calizos (Velasco y Rodríguez, 2002).

2.5.7. Riego

Es exigente en el recurso hídrico, debiendo mantenerse la humedad del suelo durante el periodo vegetativo, sobre todo en la fase de anclaje.

Algunos estudios han indicado la posible tolerancia a sequía de la ajipa 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% (Contreras, 2012).

2.5.8. Poda

Un aspecto fisiológico importante a considerar en las ajipas es la precocidad y abundancia de la floración, por lo que las podas son particularmente importantes en la producción de raíces.

La eliminación de las flores y frutos jóvenes debe ser una práctica obligada para reducir el desarrollo vegetativo e 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 (Contreras, 2012).

Simultáneamente se deben eliminar algunas ramificaciones denominadas “chupones”, para reducir la masa foliar, que también redundaría en la formación de raíces.

En Bolivia usualmente la ajipa se siembra en agosto – octubre, la poda reproductiva (remoción manual de las flores) comienza 4-7 meses después del sembrado en noviembre-marzo y las vainas maduran en abril-junio. La fecha de plantado está mayormente determinada por la estación lluviosa. Durante el periodo de floración, la poda reproductiva es una labor intensa que se realiza una o dos veces. El podado de las flores es necesario solo hasta cierto punto, la formación de tubérculos está principalmente afectada por el número de vainas productivas por planta, con un

desarrollo completo de semillas y no por la cantidad de flores por planta. Por lo tanto una buena formación del tubérculo también tiene lugar en plantas con abundante floración (Grau, 1997).

Para poder reducir el desarrollo vegetativo, incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las raíces, debe realizarse la poda de las flores y frutos. Se ha determinado que la desfloración produce un aumento de entre el 30 y el 55 % los rendimientos de los tubérculos. Los órganos jóvenes y en crecimiento, tales como yemas, hojas, flores, frutos. Esto se debe a que el principal lugar de síntesis de carbohidratos de una planta reside en las hojas, donde se da la fotosíntesis; la sacarosa una vez en las distintas zonas de la planta puede sufrir tres destinos: ser generadora de energía, ser utilizada para la síntesis de celulosa para las paredes celulares o ser de sustrato para la formación de almidón para almacenar reservas alimentarias en las plantas. o tubérculos, captan preferentemente los carbohidratos sintetizados en las hojas; siendo así como los diferentes lugares de captación de carbohidratos pueden competir fuertemente entre sí limitando mutuamente su adecuado desarrollo. La poda manual, es extremadamente laboriosa y demanda muchas horas por hombre. Además, a causa de la presencia de rotenona en los tejidos, al cabo de cierto tiempo de trabajo aparece una irritación intensa y hasta excoりaciones en los dedos. También puede removerse las flores para impedir la formación de vainas de forma química o emplearse variedades de floración escasa o tardía para evitar gastos adicionales en trabajos de desbotonado (Masari, 2013).

2.5.9. Control de Malezas

Se requiere de mantener el campo limpio, libre de malezas, principalmente durante las etapas de enraizamiento (Amaya y Julca, 2006).

2.5.10. Cosecha

Ésta debe realizarse seis meses después 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 sin exigencia en el almacenamiento que puede ser en el suelo para ser utilizadas según la necesidad (Contreras, 2012).

La cosecha de raíces tuberosas se efectúa entre los meses de abril a agosto, período en que el cultivo, aun permaneciendo verde, detiene su crecimiento y las raíces pueden alcanzar tamaños 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. Es muy significativo el efecto de la fecha de siembra, ya que retrasos de 20 días, produjo una reducción de la producción de raíces del 50% en cuatro variedades diferentes (Contreras, 2012).

La madurez de los frutos se alcanza muy lentamente, y para obtener semillas se debe proceder al secado de las vainas en cobertizos o sistemas de secado con circulación forzada de aire (30-35°C). La madurez fisiológica de la semilla se alcanza antes del secado completo de las vainas, por lo que es posible obtener semillas viables recogiendo vainas aún 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 permiten secar las vainas en períodos de tiempo razonablemente cortos y obtener semilla viable. Uno de los problemas de la nacencia 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 (Contreras, 2012).

2.6.Plagas, Nematodos y Enfermedades

2.6.1. Nematodos

El principal problema que afecta severamente el cultivo es la presencia de nematodos según la experiencia recogida en los ensayos efectuados en la provincia de Sevilla y el Sur de Portugal. Una alta población de nemátodos formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp.) en el suelo puede hacer fracasar totalmente el cultivo, por lo que previamente a la siembra debe estimarse el número y 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 muriendo a los pocos días. Cuando se da esta situación, se observa la raíz principal totalmente destruída por el ataque de otros organismos (hongos y bacterias) en las heridas causadas por el parásito. En otras ocasiones, con ataques más leves, se observa 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 puede obtenerse del cultivo precedente, donde la observación de los síntomas característicos como la deformación de raíces (nudosidades, abultamientos), marchitez a pesar de disponer de agua en el suelo, o el crecimiento irregular (enanismo en maíz) pueden ser indicadores de la presencia de nemátodos. En estos casos es totalmente desaconsejable la siembra de ajipa en esos suelos sin un estudio específico de la población de nemátodos, o se corre el riesgo de perder totalmente el cultivo (Velasco y Rodríguez, 2002).

2.6.2. Insectos y Otras Plagas

Durante los años de experimentación de campo con el cultivo en la provincia de Sevilla no fue necesaria la aplicación de compuestos insecticidas. Se detectó la presencia, según años y cultivos vecinos, de mosca blanca en hojas (*Bemisia* spp.), algunos tipos de chinche (*Nezara* spp.) y orugas 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 infestados.

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

2.6.3. Enfermedades

En un campo experimental (Coria del Río) durante 1999 se produjo una mortandad baja de plántulas por hongos del suelo. En estadíos posteriores del cultivo no se observó una incidencia de enfermedades fúngicas o bacterianas, con la excepción del complejo patógeno causante de la pudrición de raíces afectadas por ataque de nemátodos. En Córdoba, la observación de síntomas consistentes en reducción de crecimiento y aparición de coloraciones amarillentas en el haz de las hojas podría estar asociada al ataque de virus o micoplasmas.

Con posterioridad a la cosecha, y por la elevada humedad de las raíces y vainas cosechadas y las temperaturas bajas de otoño e invierno, era frecuente el ataque de podredumbre blanca por *Sclerotinia spp.* Con gran producción de esclerocios en las vainas y raíces afectadas.

Entre las enfermedades fisiogénicas detectadas cabe destacar la aparición de manchas cloróticas en el primer par de hojas de plántulas, cuando se registran altas temperaturas después de la emergencia, y el ya indicado *acartonamiento*, consistente 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 (Velasco y Rodríguez, 2002).

2.7.Composición de la Raíz Tuberosa

En la Tabla se muestran valores medios (promedio de siete genotipos) del contenido de materia seca y compuestos de 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 se acumula en las semillas de ajipa. En cuanto a la composición mineral de las raíces, el principal nutriente acumulado es el potasio (Velasco y Rodríguez, 2002).

Cuadro N°1: 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

(Velasco y Rodríguez, 2002).

Cuadro N°2: Composición Química de las Raíces Tuberosas en 100 g. de Masa Fresca:

Componentes	%
Agua	80 a 84,5
Azúcares	28 a 48
Lípidos	0,9 gr.
Proteínas	14 a 17
Carbohidratos	3,3 a 3,8 Kcal

(Masari, 2013).

2.8.Composición de la Semilla

En las semillas de ajipa hay una elevada concentración de proteínas, alcanzando valores cercanos a los de semillas de otras leguminosas como judías y lentejas y constituidas 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 semilla de soja, tienen la particularidad de presentar una alta concentración de γ -tocoferol y ácido palmítico, lo que le confiere un alto interés para la industria.

El contenido de nutrientes minerales, en particular hierro y calcio, es similar al de la semilla de judía (Velasco y Rodríguez, 2002).

Cuadro N°3: Composición Típica de las Semillas de Ajipa en Contenido de Materia Seca, Compuestos Orgánicos y Elementos Minerales:

Azúcares %	Almidón %	Grasas %	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

(Velasco y Rodríguez, 2002).

2.9.La Poda en las Especies Vegetales

La poda es la técnica de cultivo que consiste en conducir las plantas modificando su desarrollo natural, a fin de equilibrar su capacidad vegetativa y productiva y obtener la máxima producción, con frutos de alta calidad que permiten conseguir el máximo rendimiento económico.

Normalmente se podan las ramas y las raíces, pero hay otras prácticas parecidas en hojas flores y frutos, para mejorar la producción en los frutales que también se denomina podar (www.plantasyjardin.com).

2.9.1. Poda en Árboles Frutales

Para los árboles frutales la poda usualmente se refiere a árboles adultos que producen frutos y se realiza principalmente para incrementar la producción de frutos de alta calidad y limitar la altura del árbol y su expansión lateral. La poda es necesaria para mantener la salud, el vigor y la productividad de los árboles frutales.

Los variados beneficios de la poda pueden ser resumidos como:

- Ayuda al establecimiento de los arboles recién plantados, promueve el desarrollo de una estructura fuerte.
- Mejora la productividad temprana.
- Ayuda al desarrollo y mantenimiento de tamaños y formas deseables.
- Aumenta el tamaño de los frutos y mejora su calidad.
- Promueve el desarrollo de yemas florales en toda la copa.
- Incrementa el vigor del árbol y promueve el desarrollo de nuevas ramas productoras de frutos, necesarias para mantener la productividad reduce la tendencia de producciones bienales.
- Aumentar la vida útil de las plantas.

Tipos de Poda:

Poda de Formación.- busca lograr un tamaño determinado del árbol según las necesidades y condiciones de suelo y clima.

Poda de Fructificación.- se aplica para regularizar la producción anual buscando mejorar la cantidad y calidad de frutos.

Poda de Renovación o Rejuvenecimiento.- se lleva a cabo cuando la planta ha disminuido su productividad debido al paso del tiempo.

Poda en Época Fría o Poda en Seco y Poda en Época Cálida o Poda en Verde (Sfarsich, 2010).

2.9.2. Poda en Plantas Herbáceas

La poda en las plantas herbáceas consiste en quitar brotes o lo que comúnmente se le conoce como “chupones”, de las axilas de las hojas; en otras especies se quitan las flores y frutos indeseados, para favorecer una mayor distribución del floema hacia los frutos, tallo o raíz; con lo cual existe una mayor acumulación de azúcares y materia seca en el fruto (www.infoagro.com).

Tipos de Poda:

Poda de Formación.- se lleva a cabo para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta (normalmente 2, 3 ó 4). Es necesaria para conseguir mayor precocidad y mejor calidad, mejorando las condiciones de aireación y luminosidad de la planta.

Deshojado.- se lo realiza sobre plantas adultas que no han sido sometidas a poda de formación, pues es recomendable aclarar la planta para favorecer la aireación y mejorar el color de los frutos.

Aclareo de Flores y Frutos.- se realiza la eliminación de algunas flores, también un aclareo de frutos malformados o dañados por plagas o enfermedades (www.infoagro.com).

Una de las prácticas culturales que se realizan en el cultivo de la jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) es la eliminación de flores, la cual favorece una mejor formación de raíces al evitar la traslocación de energía a los brotes florales. Sin embargo, esta práctica encarece el cultivo puesto que se realiza con una frecuencia de hasta cinco cortes. En la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit se estableció un experimento para determinar el efecto del desfloreo sobre el rendimiento de tubérculos. Se compararon dos tratamientos, que consistieron en eliminar totalmente la floración mediante cuatro cortes y eliminar parcialmente la floración mediante un solo corte cuando la mayor parte del cultivo se encontraba en floración, con el testigo sin desfloreo. Los resultados indican que el rendimiento se redujo en alrededor de 50% en el tratamiento sin desfloreo. Mientras que los tratamientos de eliminación total y parcial de flores resultaron iguales estadísticamente (Caro y Casillas, 1998).

2.9.3. Poda en el Cultivo de la Ajipa (*Pachyrhizus ahipa* L. R. Parodi.)

Para poder reducir el desarrollo vegetativo, incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las raíces, debe realizarse la poda de las flores y frutos. Se ha determinado que la desfloración produce un aumento de entre el 30 y el 55 % los rendimientos de los tubérculos. Esto se debe a que el principal lugar de síntesis de carbohidratos de una planta reside en las hojas, donde se da la fotosíntesis; la sacarosa una vez en las distintas zonas de la planta puede sufrir tres destinos: ser generadora de energía, ser utilizada para la síntesis de celulosa para las paredes celulares o ser de sustrato para la formación de almidón para almacenar reservas alimentarias en las plantas. Los órganos jóvenes y en crecimiento, tales como yemas, hojas, flores, frutos o tubérculos, captan preferentemente los carbohidratos sintetizados en las hojas; siendo

así como los diferentes lugares de captación de carbohidratos pueden competir fuertemente entre sí limitando mutuamente su adecuado desarrollo (Masari, 2013).

La floración y la subsecuente formación de vainas y semillas, son procesos que compiten con la tuberización, por lo que reducen la producción de raíces, las cuales son también más delgadas y elongadas, por esta razón, es una práctica común la remoción regular de todos los tallos de las inflorescencias en sus estadíos iniciales, esto origina una duplicación en la producción de raíces y una mejor calidad de las mismas, ya que se producen raíces menos fibrosas y con diámetros marcadamente expandidos. Las flores se eliminan comúnmente en forma manual o con tijeras y se requieren generalmente tres desfloraciones por ciclo de cultivo (Phillips, Morera y Sorensen, 1993).

La eliminación de las flores debe ser una práctica obligada para reducir el desarrollo vegetativo e 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 (León, 2015).

La poda de flores produjo un aumento de aproximadamente 100% del rendimiento de tubérculos comparando con el rendimiento de tubérculos de plantas sin des florear. Una precipitación en exceso causo rendimientos bajos, por lo que la ajipa deberá ser cultivada en un suelo bien drenado y sobre surcos para asegurar rendimientos buenos (Vaz, Viera da Silva y Matos, 1998).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Pampa Grande, Municipio de San Lorenzo, Provincia Méndez del departamento de Tarija.

3.2. Ubicación

La comunidad de Pampa Grande se encuentra ubicada a orillas del río Pilaya, límite con la provincia Sud Cinti del Departamento de Chuquisaca.

Geográficamente se encuentra en las siguientes coordenadas: latitud sur 21°08 33" y longitud oeste 64°56 67" a una altitud promedio de 1254 m.s.n.m.

3.3. Características Climáticas

3.3.1. Temperatura

Pampa grande cuenta con una temperatura media aproximada de 16– 18°C, la máxima de 35°C y una mínima de 2°C, estas temperaturas pueden variar, no se tiene datos exactos porque no hay estación meteorológica cercana a la comunidad.

3.3.2. Precipitación

La precipitación anual es de aproximadamente de 500 a 600mm. La lluvia está dividida entre los meses de noviembre hasta marzo.

3.3.3. Humedad

Presenta una humedad relativa aproximada de 50 a 60%.

3.3.4. Radiación Solar

El sol llega con mayor intensidad a partir del mes de agosto hasta el mes de abril, a partir de ahí baja la intensidad durante los meses restantes.

3.3.5. Viento

Los vientos se dan con mayor intensidad a partir del mes de agosto hasta diciembre (versión propia).

3.4. Características Agro edafológicas

3.4.1. Vegetación Natural

Pampa Grande cuenta con una vegetación de árboles y arbustos en toda la zona, la vegetación está compuesta por: mara, algarrobo, vilca, chañar, tipa, quebracho, tala, etc. (versión propia).

3.4.2. Actividad Económica

3.4.2.1. Agricultura

En esta comunidad la actividad económica de mayor predominancia es la agricultura, ya que se cuanta con agua para riego, que proviene de quebradas, disponible durante todo el año y por otro lado presenta temperaturas moderadas que permiten el desarrollo de esta actividad (versión propia).

3.4.2.2. Cultivos de Mayor Magnitud

- Tomate.
- Palta.
- Cítricos (lima, pomelo, mandarina).
- Ajípa.
- Sandía.
- Morrón.
- Papa.
- Maíz.
- Caña de azúcar.

3.4.2.3. Cultivos de Menor Magnitud

- Cebolla.
- Camote.
- Arveja.
- Chirimoya.
- Mango.
- Maní.

El principal cultivo es del tomate, que se cultiva casi todo el año, excepto en los meses de agosto y septiembre, porque la cosecha se realizaría en la época de lluvia diciembre y enero, en estos meses se arruina el camino que entra a la comunidad por causa de las lluvias y no se puede sacar el producto al mercado. La mayoría de la población se dedica a este cultivo.

Otro cultivo de mayor importancia es la palta, se cosecha a partir del mes de enero hasta mayo dependiendo de la variedad, una de las ventajas que presenta es que sale más temprano que en otras zonas y por lo tanto se vende a mayor precio.

En cuanto a cítricos la producción es media la cosecha se realiza a partir del mes de abril hasta julio.

En estos últimos años el cultivo de la ajipa ha tomado importancia, por los ingresos que genera, la siembra inicia en los meses de octubre a febrero y se cosecha en los meses de abril a agosto, la venta del producto se realiza en el mercado de Tarija (versión propia).

3.4.3. Suelos

Cuenta con suelos agrícolas de pie de monte de textura franca, arcillosos y algunos de textura arenosa, suelos que se encuentran a orillas del río.

3.4.4. Relieve

La comunidad de Pampa Grande tiene un relieve plano, donde se encuentran las parcelas agrícolas; está compuesta por tres quebradas, llamadas (astillero, san pedro y temporal), cubiertas por cerros y rocas, uniéndose la tres y llegan al río Pilaya.

3.5.Materiales

3.5.1. Material Vegetal

El material vegetal que se utilizó es la semilla, de ajipa de la anterior cosecha, se utilizaron 525 semillas, esto equivale a 210g (cada semilla pesa 0,4g). No se conoce la variedad porque no se identificó.

3.5.2. Material de Campo

3.5.2.1.Herramientas

- Azadón.
- Pala.
- Flexómetro.
- Estacas.
- Sacabocado.

3.5.3. Material de Registro

- Planillas.
- Tablero.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.
- Libreta de campo.
- Vernier.
- Romana

3.5.4. Descripción del Terreno

El área del cultivo, se encuentra en una superficie plana.

El cultivo se ha dividido en tres parcelas con las siguientes medidas 5 metros de largo por 3,5 metros de ancho. El área total del trabajo fue de 52,5 m², con las siguientes medidas 5 metros de largo por 10,5 metros de ancho. Cada parcela tenía siete tratamientos a una distancia de planta a planta de 20 cm. y de surco a surco de 50cm., las tres parcelas hicieron un total de 21 surcos, para las 21 unidades experimentales.

3.6. Metodología

3.6.1. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar, mono factorial, con seis tratamientos y un testigo, con tres réplicas.

Factor en Estudio	Niveles	Número de Tratamientos	Número de replicas	Número de unidades experimentales	Variables respuesta a estudiar
Poda floral	1 Inflorescencia/planta 2 Inflorescencias/planta 3 Inflorescencias/planta 1 flor/ planta. 2 flores/ planta. 3 flores/ planta. Testigo	T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7	3	21	Rendimiento. Largo de la raíz. Diámetro de la raíz.

3.6.2. Descripción de los Tratamientos

1I * P= 1 Inflorescencia por planta (T₁).

2I * P= 2 Inflorescencias por planta (T₂).

3I * P= 3 Inflorescencias por planta (T₃).

1F * P= 1 Flor por planta (T₄).

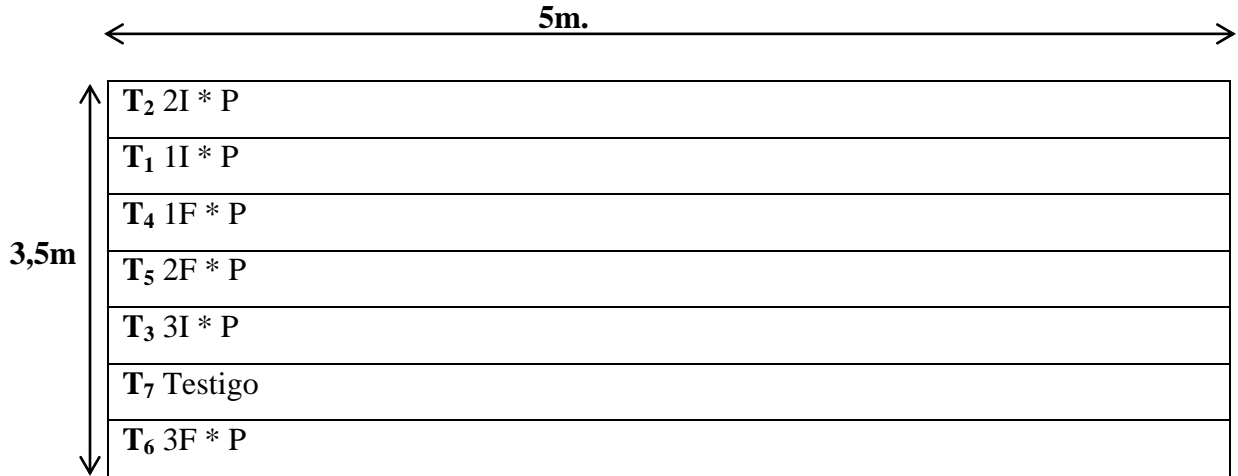
2F * P= 2 Flores por planta (T₅).

3F * P= 3 Flores por planta (T₆).

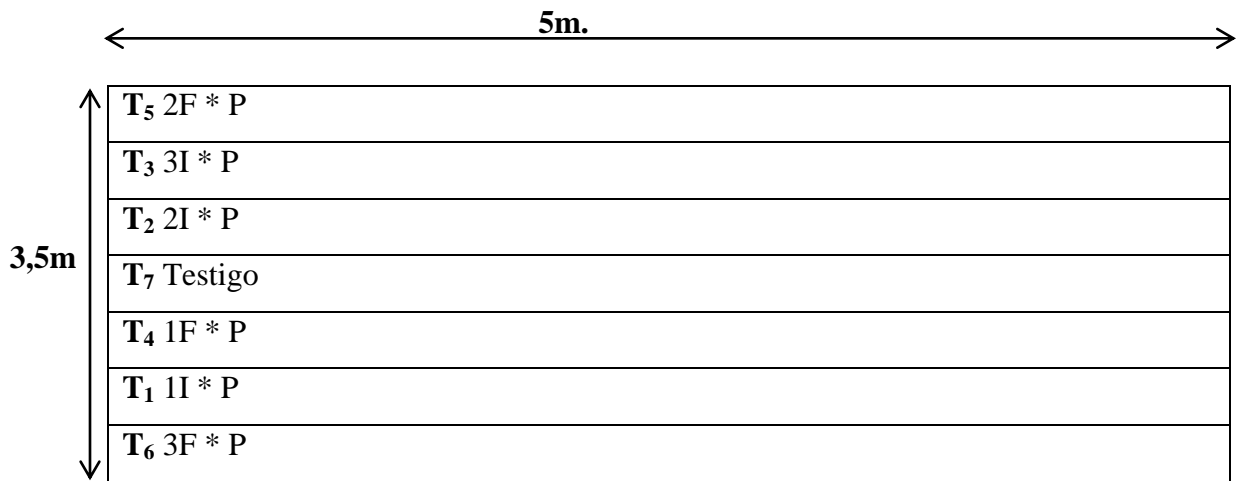
Testigo sin poda floral (T₇).

3.6.3. Diseño de Campo

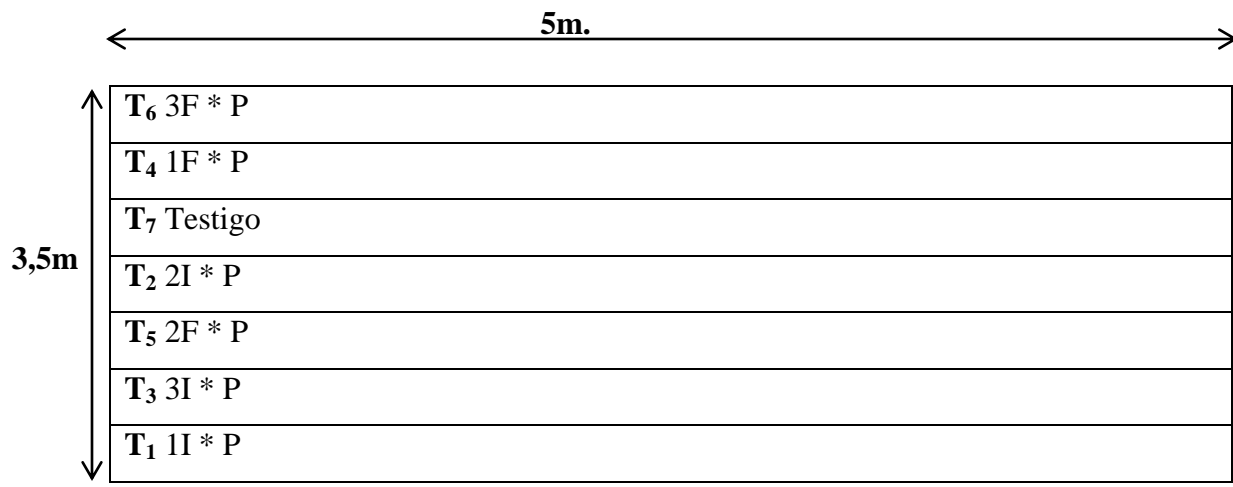
Réplica I



Réplica II



Réplica III



3.6.4. Factor en Estudio.- Poda Floral

La poda es una práctica necesaria que se debe realizar en el cultivo de la ajipa, consiste en la eliminación de las flores, inflorescencias y frutos de la planta, para que ésta pueda almacenar las sustancias que se forman en las hojas producto de la fotosíntesis, en la raíz de la planta y ya no en el fruto; para reducir el desarrollo vegetativo, mejorar la calidad de las raíces e incrementar el rendimiento, ya que el tamaño de la raíz depende del número de vainas productivas por planta.

Se practicó seis tratamientos y un testigo, cuando el cultivo se encontraba al inicio del desarrollo del fruto.

T1.- Se dejó una inflorescencia por planta y se eliminaron las demás inflorescencias y flores.

T2.- Se dejó dos inflorescencias por planta y se eliminaron las demás inflorescencias y flores.

T3.- Se dejó tres inflorescencias por planta y se eliminaron las demás inflorescencias y flores.

T4.- Se dejó una flor por planta y se eliminaron las demás flores e inflorescencias.

T5.- Se dejó dos flores por planta y se eliminaron las demás flores e inflorescencias.

T6.- Se dejó tres flores por planta y se eliminaron las demás flores e inflorescencias.

T7.- Testigo sin poda floral.

3.6.5. Selección de la Semilla

Se seleccionó las semillas de tamaño uniforme y que no se encontraban dañadas, se utilizó 210g de semilla.

3.6.6. Muestreo del Suelo

El muestreo del suelo se realizó el mes de julio/2018, para realizar el análisis de suelo, para determinar las características físicas y químicas que éste presenta.

3.6.7. Preparación del Terreno

La preparación del terreno se realizó a partir del mes de agosto/2018, se aplicó cuatro ablandadas con azadón cada dos semanas, hasta un día antes de la siembra, para que el suelo quede totalmente mullido.

3.6.8. Siembra

La siembra se realizó el 4 de octubre/2018, a una densidad de 50 cm entre surcos y de 20 cm de planta a planta, la semilla fue depositada al costado del surco a una profundidad de 2 cm.

3.6.9. Riego

El riego se aplicó después de la siembra y durante la noche por varias horas de manera que la humedad llegó a la altura del surco donde fue depositada la semilla y después se aplicó el riego de cada 10 días, dependiendo de las condiciones climáticas, durante todo el ciclo vegetativo, se ha reducido el riego en el periodo de maduración de las raíces, después que se realizó la poda floral; se aplicó el riego dos días antes de

la cosecha para que las raíces salgan húmedas y se conserven para su comercialización.

3.6.10. Control de Malezas

El primer control de malezas se lo realizó de forma manual evitando dañar las plantas, el 28 de octubre /2018, después se realizó otra desmalezada en noviembre/2018, se realizó otra en diciembre/2018, para mantener el campo libre de malezas.

3.6.11. Aporque

El aporque se realizó en el mes de noviembre/2018, para apegar la tierra que se retiró en el desmalezado y darle firmeza a la planta para que luego empiece a desarrollar y engrosar la raíz; se utilizó un azadón.

3.6.12. Realización de la Poda Floral

La poda floral se la realizó el 4 de enero/2019, cuando el cultivo se encontraba al inicio del desarrollo de la vaina, a los tres meses después de la siembra.

Después de la poda floral quedaron: en el número de inflorescencias por planta, en un tratamiento se dejó una inflorescencia por planta, en otro se dejó dos inflorescencias por planta y en el otro tratamiento se dejó tres inflorescencias por planta; se dejaron las inflorescencias más desarrolladas, de la parte media de la planta. Cada inflorescencia tenía de 2 a 6 flores y llegaron a producir de 2 a 4 vainas por inflorescencia. En el número de flores por plata: en un tratamiento se dejó una flor por plata, en otro se dejó dos flores por planta y en el otro tratamiento se dejó tres

flores por planta. Se dejaron las flores solitarias en las que ya se estaban desarrollando el fruto, y que se encontraban en la parte media de la planta.

En el testigo, no se realizó la poda.

Se realizó una segunda poda el 2 de febrero/2019, para eliminar las flores que salieron después de la poda floral.

3.6.13. Cosecha

La cosecha se realizó el 26 de marzo/2019, con azadón y con cuidado para evitar dañar las raíces, cuando el cultivo todavía permanecía verde, la madurez de los frutos alcanza lentamente y para obtener semillas se procede al secado de las vainas en la planta.

3.6.14. Evaluación del Trabajo de Investigación

Después de la cosecha se procedió a evaluar:

- El diámetro de la raíz de 12 plantas por tratamiento, con el vernier en mm.
- El largo de la raíz de 12 plantas por tratamiento, con regla en cm.
- El rendimiento por tratamiento en cada réplica, con romana en kg.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Largo de la Raíz en cm.

Cuadro N° 4: Valores Medios del Largo de la Raíz en cm. de los Diferentes Tratamientos:

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Σ	\bar{X}
T₁ 1I*P	14,9	13,9	13,7	42,5	14,2
T₂ 2I*P	15,1	14,1	13,6	42,8	14,3
T₃ 3I*P	12,1	10,6	11,1	33,8	11,3
T₄ 1F*P	14,1	14,9	15,3	44,3	14,8
T₅ 2F*P	12,3	12,2	12,5	37	12,3
T₆ 3F*P	11,2	11,4	11,3	33,9	11,3
T₇ Testigo	9,1	9,2	8,7	27	9,0
Σ	88,8	86,3	86,2	261,3	

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro de frecuencias que corresponde a la variable (largo de la raíz en cm.), nos muestra las medias de los diferentes tratamientos, se observa que el tratamiento N° 4 que corresponde a una flor por planta, tuvo el valor más alto de 14,8 cm. de largo, mientras que el testigo tuvo el valor más bajo de 9 cm. de largo.

Las raíces pueden tener una longitud de 15 cm o más y pueden pesar usualmente de 400 a 500 g, normalmente tiene forma alargada o irregular, pueden ser incluso casi esféricas, suculentas y dulces, ricas en almidón y proteína (León, 2015).

El largo de la raíz depende del número de flores que se dejó en la planta, en el tratamiento N°4 se dejó una sola flor por planta y se obtuvieron raíces de mayor longitud, de 14,8 cm. se encuentran dentro de los límites permitidos.

Mientras que en el testigo no se eliminaron las flores y se obtuvieron raíces de menor longitud, de 9 cm.

4.1.1. Análisis de Varianza

Cuadro N° 5: Cuadro de Análisis de Varianza Para la Variable Largo de la Raíz en cm.

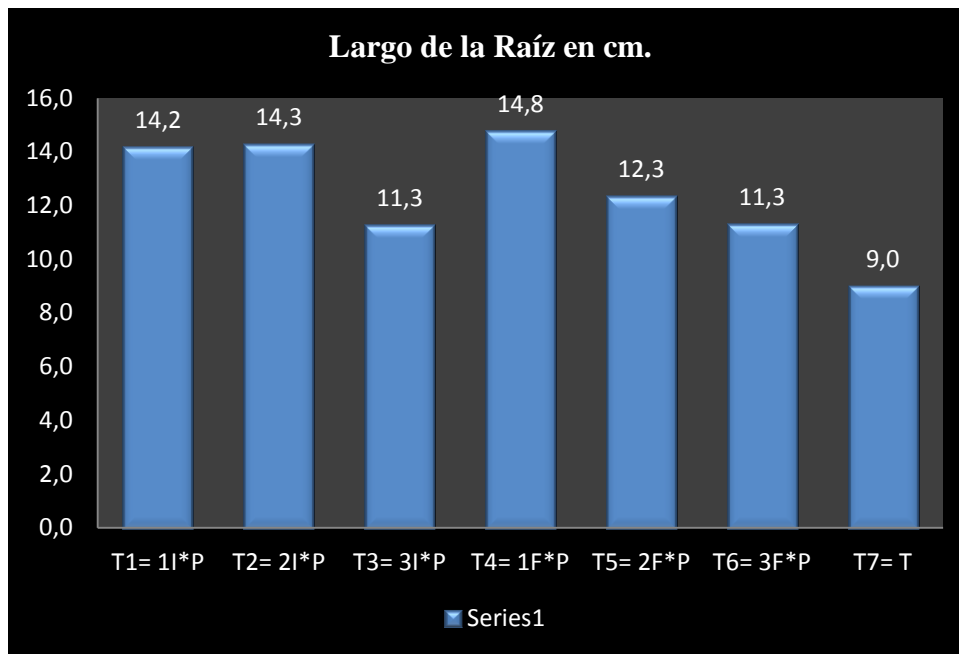
Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	20	82,87				
Tratamientos	6	78,76	13,13	45,09	3**	4,82**
Bloques	2	0,62	0,31	1,06	3,88n.s.	6,93n.s.
Error	12	3,49	0,29			

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar el valor de F. calculada con el valor de F. tabulada, en los tratamientos la F. calculada es mayor que la F. tabulada, tanto para el 5% y 1%, lo cual significa que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos, porque los valores de los tratamientos son variables; por lo tanto se realizó la prueba de Tukey.

De acuerdo a los valores de F. calculada y F. tabulada, no existen diferencias entre los bloques, porque la F. calculada es menor que la F. tabulada, debido a que no hay variación en los valores de cada bloque.

Gráfica N°1: Valores Medios del Largo de la Raíz en cm.



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el N°4, que corresponde a una flor por planta, porque es el que tiene un valor más elevado, con 14,8 cm. de largo, en comparación con el testigo que presenta un valor promedio de 9 cm. de largo.

Le siguen los tratamientos N°2 (dos inflorescencias por planta), con un valor de 14,3 cm. de largo y el tratamiento N°1 (una inflorescencia por planta), con un valor de 14,2 cm. de largo.

Posteriormente se encuentra el tratamiento N°5 (dos flores por planta), con un valor de 12,3 cm. de largo.

Por último se encuentran los tratamientos N°3 (tres inflorescencias por planta) y el N°6 (tres flores por planta), ambos con un valor de 11,3 cm. de largo.

4.1.2. Prueba de Tukey

$$1) T = q_{\alpha} \times S_x$$

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{N^{\circ}r}} \quad S_x = \sqrt{\frac{0,29}{3}} = 0,31$$

$$T = 4,75 \times 0,31 = 1,5$$

$$2) \bar{X}_A - \bar{X}_B > T^*$$

$X_A \backslash X_B$	14,8	14,3	14,2	12,3	11,3	11,3
9	5,8 *	5,3*	5,2*	3,3*	2,3*	2,3*
11,3	3,5*	3*	2,9*	1NS		
11,3	3,5*	3*	2,9*	1NS		
12,3	2,5*	2*	1,9*	NS		
14,2	0,6NS					
14,3	0,5NS					

Orden de Mérito Tukey

Tratamientos	
$T_4 = 14,8$	A
$T_2 = 14,3$	a
$T_1 = 14,2$	a
$T_5 = 12,3$	b
$T_3 = 11,3$	b
$T_6 = 11,3$	b
$T_7 = 9$	c

El orden de mérito de Tukey nos indica que el mejor tratamiento en cuanto al largo de la raíz, es el tratamiento N°4 que corresponde a una flor por planta, con un valor de 14,8 cm. de largo, debido a que al finalizar el ciclo del cultivo en la planta quedó una sola vaina productiva por planta, por lo tanto la planta reduce el gasto de nutrientes en el fruto y almacena en la raíz, razón por la cual se obtienen raíces de mayor longitud.

En segunda instancia se encuentran: el tratamiento N°2 (dos inflorescencias por planta), con un valor de 14,3 cm. de largo y el tratamiento N°1 (una inflorescencia por planta), con un valor de 14,2 cm. de largo, debido a que cada inflorescencia presenta de dos a seis flores y se llegan a fecundar de una a cuatro vainas por inflorescencia, por lo tanto va reduciendo el largo de la raíz.

Le sigue el tratamiento N°5 (dos flores por planta), con un valor de 12,3 cm de largo.

Posteriormente se encuentran: el tratamiento N°3 (tres inflorescencias por planta) y el tratamiento N°6 (tres flores por planta), ambos con un valor de 11,3 cm. de largo.

Por último se encuentra el testigo con el menor valor, de 9 cm. de largo, debido a que no se eliminaron las flores.

4.2. Diámetro de la Raíz en cm.

Cuadro N° 6: Valores Medios del Diámetro de la Raíz en cm. de los Diferentes Tratamientos:

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Σ	X
T₁ 1I*P	7,3	7,2	7,6	22,1	7,4
T₂ 2I*P	5,8	5,8	5,9	17,5	5,8
T₃ 3I*P	5,6	5,6	5,6	16,8	5,6
T₄ 1F*P	8,7	7,8	8,4	24,9	8,3
T₅ 2F*P	7,5	7,5	7,3	22,3	7,4
T₆ 3F*P	5,9	5,9	6,2	18	6,0
T₇ Testigo	4,1	4,1	3,8	12	4,0
Σ	44,9	43,9	44,8	133,6	

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro de frecuencias que corresponde a la variable (diámetro de la raíz en cm.) nos muestra las medias de los diferentes tratamientos, se observa que el tratamiento N° 4 que corresponde a una flor por planta, tuvo el valor más alto de 8,3 cm. de diámetro, mientras que el testigo tuvo el valor más bajo de 4 cm. de diámetro.

Para poder reducir el desarrollo vegetativo, incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las raíces, debe realizarse la poda de las flores y frutos; debido a que las distintas partes de la planta compiten entre sí por los carbohidratos que se sintetizan en las hojas, producto de la fotosíntesis y esto limita su adecuado desarrollo de la raíz (Masari, 2013).

El diámetro de la raíz depende del número de flores que se dejó en la planta, en el tratamiento N°4 se dejó una sola flor por planta y se obtuvo raíces de mayor diámetro, de 8,3 cm., mientras que en el testigo se obtuvo raíces de menor diámetro, de 4 cm., debido a que no se eliminaron las flores.

4.2.1. Análisis de Varianza

Cuadro N° 7: Cuadro de Análisis de Varianza Para la Variable Diámetro de la Raíz en cm.

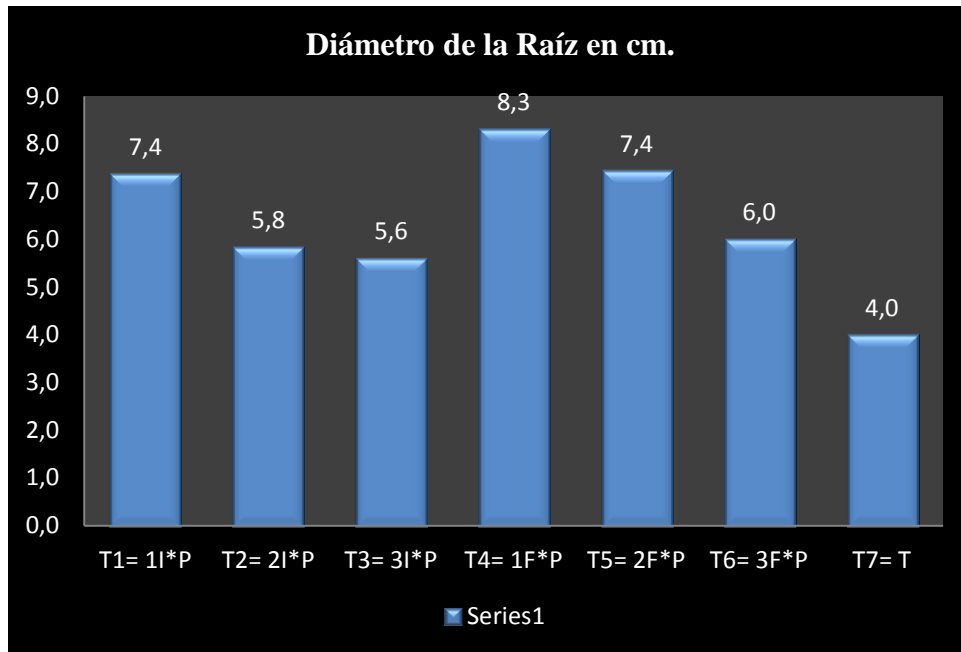
Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	20	38,11				
Tratamientos	6	37,45	6,24	130,64	3**	4,82**
Bloques	2	0,09	0,04	0,91	3,88n.s.	6,93n.s.
Error	12	0,57	0,05			

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar el valor de F. calculada con el valor de F. tabulada, en los tratamientos la F. calculada es mayor que la F. tabulada, tanto para el 5% y 1%, lo cual significa que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos, porque los valores de los tratamientos son variables; por lo tanto se realizó la prueba de Tukey.

De acuerdo a los valores de F. calculada y F. tabulada, no existen diferencias entre los bloques, porque la F. calculada es menor que la F. tabulada, debido a que no hay variación en los valores de cada bloque.

Gráfica N°2: Valores Medios del Diámetro de la Raíz en cm.



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el N°4, que corresponde a una flor por planta, porque es el que tiene un valor más elevado, con 8,3 cm. de diámetro, en comparación con el testigo que presenta un valor promedio de 4 cm. de diámetro.

Le siguen los tratamientos N°1 (una inflorescencia por planta) y el tratamiento N °5 (dos flores por planta), ambos con un valor de 7,4 cm. de diámetro.

Posteriormente se encuentra el tratamiento N°6 que corresponde tres flores por planta, con un valor de 6 cm. de diámetro.

Por último se encuentran los tratamientos N°2 (dos inflorescencias por plata), con un valor de 5,8 cm. de diámetro y el tratamiento N°3 (tres inflorescencias por planta), con un valor de 5,6 cm. de diámetro.

4.2.2. Prueba de Tukey

1) $T = q_{\alpha} \times S_x$

$$S_x = \frac{\sqrt{CMe}}{\sqrt{N^{\circ}r}} \quad S_x = \sqrt{\frac{0,05}{3}} = 0,13$$

$T = 4,75 \times 0,13 = 0,6$

2) $\bar{X}_A - \bar{X}_B > T^*$

$X_A \backslash X_B$	8,3	7,4	7,4	6,0	5,8	5,6
4,0	4,3 *	3,4*	3,4*	2*	1,8*	1,6*
5,6	2,7*	1,8*	1,8*	0,4NS		
5,8	2,5*	1,6*	1,6*	0,2NS		
6,0	2,3*	1,4*	1,4*	NS		
7,4	0,9*	NS				
7,4	0,9*					

Orden de Mérito Tukey

Tratamientos	
$T_4 = 8,3$	A
$T_1 = 7,4$	b
$T_5 = 7,4$	b
$T_6 = 6$	c
$T_2 = 5,8$	d
$T_3 = 5,6$	d
$T_7 = 4$	d

El orden de mérito de Tukey nos indica que el mejor tratamiento en cuanto al diámetro de la raíz, es el tratamiento N°4 que corresponde a una flor por planta, con un valor de 8,3 cm. de diámetro, debido a que al finalizar el ciclo del cultivo en la planta quedó una sola vaina productiva por planta, por lo tanto la planta reduce el gasto de nutrientes en el fruto y almacena en la raíz, razón por la cual se obtienen raíces de mayor diámetro.

En segunda instancia se encuentran: el tratamiento N°1 que corresponde a una inflorescencia por planta, con un valor de 7,4 cm. de diámetro, debido a que cada inflorescencia presenta de dos a seis flores y se fecundaron de una a cuatro vainas por inflorescencia, por lo tanto va reduciendo el diámetro de la raíz; y el tratamiento N°5 (dos flores por planta), con un valor de 7,4 cm. de diámetro.

Le sigue el tratamiento N°6 (tres flores por planta), con un valor de 6 cm. de diámetro.

Posteriormente se encuentran: el tratamiento N°2 (dos inflorescencias por planta), con un valor de 5,8 cm. de diámetro y el tratamiento N°3 (tres inflorescencias por planta), con un valor de 5,6 cm. de diámetro.

Por último se encuentra el testigo con el menor valor, de 4 cm. de diámetro, debido a que no se eliminaron las flores.

4.3. Rendimiento en t/ha.

Cuadro N° 8: Valores Medios del Rendimiento en t/ha de los Diferentes Tratamientos:

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III	Σ	X
T₁ 1I*P	26	28	22,7	76,7	25,6
T₂ 2I*P	20	20	18,1	58,1	19,4
T₃ 3I*P	16,7	18	16	50,7	16,9
T₄ 1F*P	34	34,8	31,8	100,6	33,5
T₅ 2F*P	22	21,7	21,7	65,4	21,8
T₆ 3F*P	21,7	18	16	55,7	18,6
T₇ Testigo	8,3	8	10	26,3	8,8
Σ	148,7	148,5	136	433,5	

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro de frecuencias que corresponde a la variable (Rendimiento en t/ha.) nos muestra las medias de los diferentes tratamientos, se observa que el tratamiento N° 4 que corresponde a una flor por planta, tuvo el valor más alto de 33,5 t/ha., mientras que el testigo tuvo el valor más bajo de 8,8 t/ha.

La eliminación de las flores y frutos jóvenes debe ser una práctica obligada para reducir el desarrollo vegetativo e 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 (Contreras, 2012).

A nivel nacional el rendimiento se encuentra entre 15 y 35 t/ha (Amaya y Julca, 2006).

En los promedios obtenidos del rendimiento del cultivo de la ajipa, el mejor tratamiento con 33,5 t/ha se considera excelente, ya que se encuentra en los rangos establecidos, debido a que en este tratamiento se dejó una sola flor por planta y por lo

tanto se obtuvo raíces de mayor tamaño y de esta forma se logra un mayor rendimiento.

4.3.1. Análisis de Varianza

Cuadro N° 9: Cuadro de Análisis de Varianza Para la Variable Rendimiento del Cultivo en t/ha.

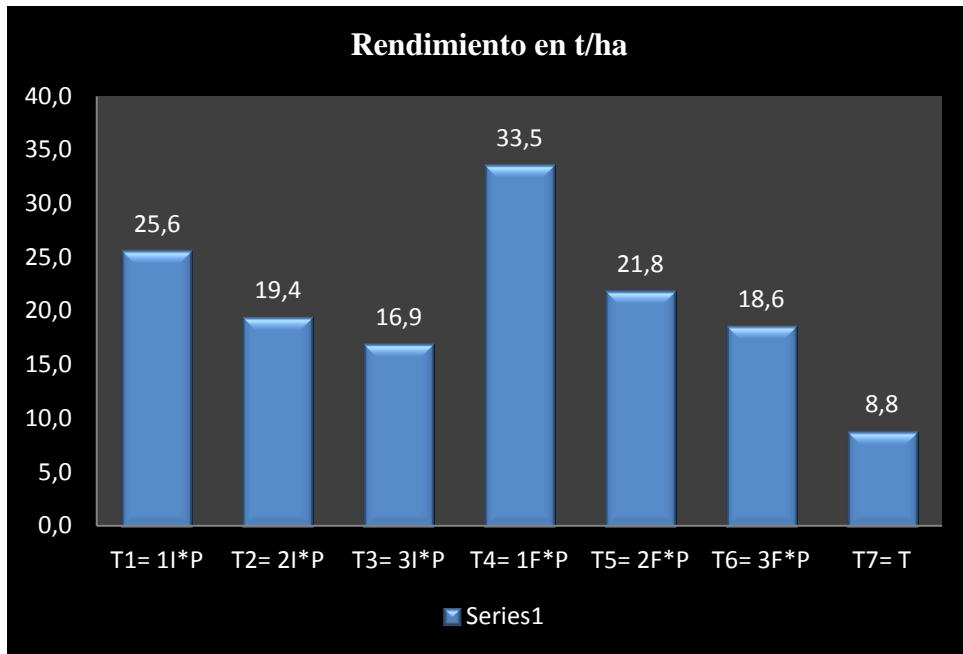
Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	20	1100,95				
Tratamientos	6	1058,22	176,37	74,73	3**	4,82**
Bloques	2	14,41	7,21	3,05	3,88n.s.	6,93n.s.
Error	12	28,32	2,36			

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar el valor de F. calculada con el valor de F. tabulada, en los tratamientos la F. calculada es mayor que la F. tabulada, tanto para el 5% y 1%, lo cual significa que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos, porque los valores de los tratamientos son variables; por lo tanto se realizó la prueba de Tukey.

De acuerdo a los valores de F. calculada y F. tabulada, no existen diferencias entre los bloques, porque la F. calculada es menor que la F. tabulada, debido a que no hay variación en los valores de cada bloque.

Gráfica N°3: Valores Medios del Rendimiento en t/ha.



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el N°4, que corresponde a una flor por planta, porque es el que tiene un valor más elevado, con 33,5 t/ha., en comparación con el testigo que presenta un valor promedio de 8,8 t/ha., en cuanto al rendimiento del cultivo.

Le sigue el tratamiento N°1 (una inflorescencia por planta), con un valor de 25,6 t/ha.

Posteriormente se encuentra el tratamiento N°5 (dos flores por planta), con un valor de 21,8 t/ha.

Por último se encuentran los tratamientos N°2 que corresponde a dos inflorescencias por planta, con un valor de 19,4 t/ha., el tratamiento N°6 (tres flores por planta), con un valor de 18,6 t/ha. y el tratamiento N°3 (tres inflorescencias por planta), con un valor de 16,9 t/ha.

4.3.2. Prueba de Tukey

3) $T = q_{\alpha} \times S_x$

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{N^{\circ}r}} \quad S_x = \sqrt{\frac{2,36}{3}} = 0,89$$

$T = 4,75 \times 0,89 = 4,2$

4) $\bar{X}_A - \bar{X}_B > T^*$

$X_A \backslash X_B$	33,5	25,6	21,8	19,4	18,6	16,9
8,8	24,7 *	16,8*	13*	10,6*	9,8*	8,1*
16,9	16,6*	8,7*	4,9*	2,5NS		
18,6	14,9*	7*	3,2NS			
19,4	14,1*	6,2*	2,4NS			
21,8	11,7*	3,8NS				
25,6	7,9*					

Orden de Mérito Tukey

Tratamientos	
$T_4 = 33,5$	a
$T_1 = 25,6$	b
$T_5 = 21,8$	c
$T_2 = 19,4$	d
$T_6 = 18,6$	e
$T_3 = 16,9$	e
$T_7 = 8,8$	e

El orden de mérito de Tukey nos indica que el mejor tratamiento en cuanto al rendimiento en t/ha, es el tratamiento N°4 que corresponde a una flor por planta, con un valor de 33,5 t/ha., debido a que al finalizar el ciclo del cultivo en la planta quedó una sola vaina productiva por planta, por lo tanto la planta reduce el gasto de nutrientes en el fruto y almacena en la raíz, razón por la cual se obtienen raíces de mayor tamaño.

En segunda instancia se encuentra: el tratamiento N°1 (una inflorescencia por planta), con un valor de 25,6 t/ha., debido a que cada inflorescencia presenta de dos a seis flores y se fecundaron de una a cuatro vainas por inflorescencia, por lo tanto va reduciendo el tamaño de la raíz.

Le sigue el tratamiento N°5 (dos flores por planta), con un valor de 21,8 t/ha.

Posteriormente se encuentran: el tratamiento N°2 (dos inflorescencias por planta), con un valor de 19,4 t/ha., el tratamiento N°6 (tres flores por planta), con un valor de 18,6 t/ha. y el tratamiento N°3 (tres inflorescencias por planta), con un valor de 16,9 t/ha.

Por último se encuentra el testigo con el menor valor, de 8,8 t/ha., debido a que no se eliminaron las flores.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y el análisis de resultados realizados en la presente investigación se establecen las siguientes conclusiones:

- En la poda floral existen diferencias altamente significativas entre el número de flores por planta y el número de inflorescencias por planta, en cuanto al rendimiento de cultivo en t/ha., al largo de la raíz en cm. y al diámetro de la raíz en cm.
- De los tres números de inflorescencias por planta, se concluye que dejando una sola inflorescencia por planta, se obtienen raíces con un diámetro de 7,4 cm y 14,2 cm. de largo.
- De los tres números de flores por planta, se concluye que dejando una sola flor por planta, se obtienen raíces de mayor tamaño, con un valor de 8,3 cm. de diámetro y 14,8 cm. de largo.
- Dejado una sola flor por planta en la poda floral, se obtienen raíces más uniformes y de mayor tamaño, con un valor de 8,3 cm. de diámetro y de 14,8 cm de largo, por lo tanto se obtiene un mayor rendimiento, con un valor de 33,5 t/ha.
- Comparando el costo de producción y los ingresos, en la hoja de costos, se concluye que es un cultivo rentable, llegando a obtenerse un saldo de ganancia por hectárea de 36762 bs.

5.2.RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, del trabajo de investigación se da las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda dejar una sola flor por planta en la poda floral, para incrementar el rendimiento del cultivo, obtener raíces uniformes y de mayor tamaño.
- Se recomienda tener mucho cuidado al momento de la poda floral y dejar la flor que se está formando el fruto, para asegurar la formación de la vaina y al final tener una vaina por planta.
- Si se quiere producir raíces de tamaño medio, se recomienda dejar una inflorescencia por planta en la poda floral.
- Se recomienda regar el cultivo dos días antes de la cosecha, para obtener raíces húmedas y frescas, para que se conserven por mayor tiempo para su comercialización.
- Se recomienda realizar de dos a tres podas después de la poda floral, para eliminar las flores que van saliendo, ya que la planta es de floración indeterminada.