

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Distancia de siembra entre plantas en tres cultivares de
ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pichari 614 msnm - Cusco**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Kelly Mayly BELLIDO RAMIREZ

ASESOR:

Ing. Eduardo ROBLES GARCÍA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mi madre Erlinda Ramírez Rodríguez, quien ha sido pilar fundamental en mi formación profesional, por brindarme la confianza.

A mi sobrina Emily Dayana y mi papachulo, por llenar mi vida de felicidad y ser la principal motivación para concluir con esta tesis.

A mi padre, abuelos, tíos y hermanos por inculcarme siempre en mis estudios y sobre todo en mi formación como persona y no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes momentos de felicidad, diversas emociones que me han causado y recursos para lograrlo.

AGRADECIMIENTO

Mi profunda gratitud a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por su valiosa contribución en mi formación profesional, a la Facultad de Ciencias Agrarias, que me acogió en el proceso de mi formación profesional.

De forma especial a la Escuela Profesional de Ingeniería agroforestal y a mis maestros del Departamento Académico de Agronomía y Zootecnia, por haberme brindado sus conocimientos y experiencias en las aulas académicas, gratitud invaluable por la paciencia para formar profesionales de calidad.

Al Ingeniero Eduardo Robles García por su colaboración y aporte en la instalación, conducción y evaluación del presente trabajo de investigación.

A los que considero mejores amigos (as), que me brindaron y compartieron conmigo aulas académicas y sobre todo por el invaluable apoyo durante los años de estudio.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	x
Introducción	1
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Historia y origen.....	3
1.2. Taxonomía	3
1.3. Características botánicas	4
1.3.1. Raíz.....	4
1.3.2. Tallo.....	4
1.3.3. Hojas.....	4
1.3.4. Flores.....	4
1.3.5. Fruto.....	5
1.3.6. Semilla.....	5
1.4. Tipos y cultivares de sésamo, por su color y precocidad	5
1.4.1. Color blanco.....	5
1.4.2. Color negro o tostado.....	6
1.4.3. Color rosado.....	6
1.5. Clima y suelos	6
1.6. Manejo del cultivo.....	7
1.6.1. Preparación del suelo.....	7
1.6.2. Siembra.....	7
1.6.3. Métodos de siembra.....	8
1.6.4. Distancia de siembra.....	8
1.6.5. Raleo.....	8
1.6.6. Fertilización	8
1.6.7. Cosecha y post cosecha	9

1.7. Plagas y enfermedades	10
1.8. El nitrógeno	11
1.9. El fósforo	12
1.10. El potasio	12
1.11. Reporte de trabajos similares	13
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA.....	14
2.1. Ubicación del experimento.....	14
2.1.1. <i>Ubicación política</i>	14
2.1.2. <i>Ubicación geográfica</i>	14
2.2. Características edáficas del terreno experimental	15
2.3. Características climatológicas del lugar experimental	15
2.4. Variables	17
2.4.1. <i>Variables independientes e indicadores</i>	17
2.4.2. <i>Variables dependientes e indicadores</i>	17
2.5. Análisis estadístico	19
2.6. Factores en estudio	19
2.6.1. <i>Cultivares en estudio</i>	19
2.6.2. <i>Distancia entre golpes</i>	20
2.7. Características del campo experimental	20
2.8. Instalación y conducción del experimento	22
2.8.1. <i>Preparación del terreno</i>	22
2.8.2. <i>Demarcación y estacado del campo experimental</i>	22
2.8.3. <i>Siembra</i>	22
2.8.4. <i>Raleo</i>	22
2.8.5. <i>Fertilización</i>	23
2.8.6. <i>Riegos</i>	23
2.8.7. <i>Control de malezas</i>	23
2.8.8. <i>Control de plagas y enfermedades</i>	23
2.8.9. <i>Cosecha</i>	24
CAPÍTULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1. Variables de precocidad.....	25
3.2. Variables de rendimiento	26

3.2.1. <i>Número de hojas por planta</i>	26
3.2.2. <i>Altura de planta</i>	28
3.2.3. <i>Número de cápsulas por planta</i>	29
3.2.4. <i>Número de ramas por planta</i>	31
3.2.5. <i>Diámetro de tallo</i>	32
3.2.6. <i>Peso de semilla por cápsula</i>	33
3.2.7. <i>Peso de semilla por planta</i>	35
3.2.8. <i>Peso de 1000 semilla</i>	36
3.2.9. <i>Rendimiento de grano de ajonjolí</i>	38
3.3. Mérito económico de los tratamientos	39
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 <i>Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2023, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)</i>	16
Tabla 2.2 <i>Descripción de los tratamientos.....</i>	20
Tabla 3.1 <i>Variables de precocidad en ajonjolí en semillas de diferentes colores y distancia por golpe. Pichari 614 msnm</i>	25
Tabla 3.2 <i>Análisis de variancia del número de hojas por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm.....</i>	26
Tabla 3.3 <i>Análisis de variancia de la altura de planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm.....</i>	28
Tabla 3.4 <i>Análisis de variancia del número de capsulas por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm</i>	29
Tabla 3.5 <i>Análisis de variancia del número de ramas por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm.....</i>	31
Tabla 3.6 <i>Análisis de variancia del diámetro de tallo en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm</i>	32
Tabla 3.7 <i>Análisis de variancia del peso de semilla por capsula en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm.....</i>	33
Tabla 3.8 <i>Análisis de variancia del peso de semilla por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm.....</i>	35
Tabla 3.9 <i>Análisis de variancia del peso de 1000 semillas en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm.....</i>	36
Tabla 3.10 <i>Análisis de variancia del rendimiento de semilla de ajonjolí en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm</i>	38
Tabla 3.11 <i>Merito económico de los tratamientos en base al costo de producción, rendimiento y el precio del ajonjolí. Pichari 614 msnm.....</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Ubicación política del Lugar del experimento Centro Poblado de Pichari Colonos</i>	15
Figura 2.2 <i>Información meteorológica de temperaturas y precipitaciones de 2023</i>	16
Figura 2.3 <i>Croquis del experimento y distribución de los tratamientos</i>	21
Figura 2.4 <i>Croquis de la unidad experimental.....</i>	22
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples del número de hojas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm</i>	27
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm</i>	28
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples del número de capsulas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm.....</i>	30
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del número de ramas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm.....</i>	31
Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de tallo de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm</i>	33
Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de semilla por capsula de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm.....</i>	34
Figura 3.7 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de semilla por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm</i>	35
Figura 3.8 <i>Prueba de Tukey del efecto principal del peso de 1000 semillas de ajonjolí en los diferentes cultivares y las distancias de plantas. Pichari 614 msnm</i>	37
Figura 3.9 <i>Prueba de Tukey del efecto principal del rendimiento de grano de ajonjolí en los diferentes cultivares y las distancias de plantas. Pichari 614 msnm</i>	38

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos de la evaluación del experimento en ajonjolí. Pichari 614 msnm .	46
Anexo 2. Costo de producción por hectárea	48
Anexo 3. Panel fotográfico	49

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Poblado de Pichari Colonos, del distrito de Pichari, provincia de La Convención, departamento Cusco; con el objetivo de determinar el efecto de la precocidad y rendimiento de tres distancias de siembra en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la localidad de Pichari. Se utilizó el Diseño Bloque Completo al Azar con arreglo factorial de 3C x 3D con 4 repeticiones. Por los resultados se evaluaron variables de precocidad y rendimiento, se determinó que la semilla negra tuvo mayor precocidad a la madurez fisiológica con 87 días después de la siembra (dds) y una madurez de cosecha de 96 dds; finalmente la semilla blanca y rosada tuvo una precocidad intermedia de madurez fisiológica de 91 dds, y una madurez de cosecha de 108 dds. Se determinó que la semilla blanca tuvo mayor rendimiento con 1 101.43 kg ha⁻¹ este resultado supera estadísticamente a las demás cultivares, la semilla rosada tuvo un rendimiento intermedio con 923.72 kg ha⁻¹; y finalmente la semilla negra tuvo menor rendimiento con 895.76 kg ha⁻¹; la distancia de 30 cm de siembra fue superior a las distancias de 40 cm y 20 cm de siembra, con un valor de 1 037.47 kg ha⁻¹ en cualquier cultivar. El rendimiento se determinó el número de hojas y la altura de la planta, el cultivar de semilla negra es el mayor número con 164 hojas, en la altura de la planta el cultivar de semilla blanca sembrada a 0.40 cm alcanza 168.8 cm; en la variable del número de capsula por planta el cultivar de semilla blanca muestra un valor de 121.2 capsulas al sembrarse a 0.40 cm entre plantas; en el número de ramas por planta es el mismo cultivar que muestra 2.5 ramas en promedio del distanciamiento de siembra; el cultivar de semilla blanca como la de mayor diámetro de tallo con un valor de 1.73 cm, también en el mismo cultivar se tiene el mayor peso de semilla por capsula con un valor de 4.73 g; el cultivar de semilla blanca tiene el mayor peso de semilla por planta con un valor 53.73 g, al sembrarse a un distanciamiento entre planta de 40 cm, el mismo cultivar y el cultivar de semilla rosada tienen el mayor peso de 1 000 semillas con valores de 3.02 g, en cualquier densidad de siembra. El mayor mérito económico se alcanza con el cultivar de semilla blanca sembrado a 30 cm entre planta mostrando una mayor utilidad bruta y mayor rentabilidad, llegando a un valor de S/ 6 998.95 soles y a 182.2 % respectivamente.

Palabras clave: Cultivar, distancia de plantas y Ajonjolí.

INTRODUCCIÓN

El *Sesamum indicum* L., a menudo conocido como ajonjolí, es un cultivo que juega un papel importante en la elaboración de aceite comestible. Ahora se valora por su uso directo en confitería, margarinas (que son populares en los países donde se consumen por su agradable sabor y fácil digestión), productos farmacéuticos, jabones, cosméticos y pinturas. El subproducto (torta) que queda después de la extracción del aceite es bueno para los animales (ganado) y las aves. Se estima que el 40-50% de su peso es proteína. El pan, las galletas y los dulces se benefician del uso de semillas de ajonjolí. Esta especie se ha adaptado bien a muchos entornos diferentes y se ha convertido en muchos tipos diferentes a lo largo de los años. Aunque puede adaptarse a una variedad de condiciones, esta planta prospera en climas cálidos (26 a 30°C) con poca humedad. Por el contrario, las semillas de ajonjolí maduran y se cosechan cada 90 a 130 días. (Rosillo, 2019, p. 16)

El área cultivada en el Perú se ha incrementado desde 25 ha en 1966 hasta 150 ha. Posteriormente, en 1979, descendió a 26 ha en 1984; sin embargo, a partir de 1993, se impulsó su cultivo hasta alcanzar 300 ha 1995-1996. Durante la campaña anual, el valle del río Apurímac produjo más de 1000 ha y se convirtió en una zona nacional de producción de sésamo con una productividad promedio de 600 kg/ha. La producción disminuyó bruscamente en los años siguientes, con un promedio de solo 150 hectáreas. Como resultado, el área cultivada ha variado en los diferentes años, pero con una reducción significativa. (Curaca Nieto, 2013).

La distancia de siembra es un factor de gran importancia en el rendimiento del ajonjolí y del uso adecuado de una variedad de semilla que garantice un buen rendimiento Curaca (2009), el ajonjolí es un cultivo que crece todos los años y tiene una fase vegetativa corta (de 80 a 130 días para diferentes cultivares). Se puede cultivar en el Valle del río Apurímac, Ene y Mantra en las tres estaciones.

El Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) es una hierba que se cultiva porque sus semillas son ricas en aceite. Sin embargo, los rendimientos de este grano son de escasa productividad los que se puede mejorar y elevar su rendimiento utilizando un adecuado manejo agronómico en la zona donde se condujo el trabajo de investigación. Dadas estas circunstancias, se sugirió el siguiente trabajo de acción para lograr los objetivos establecidos:

Objetivo general

Determinar el efecto de la precocidad y rendimiento de tres distancias de siembra en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la localidad de Pichari.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la precocidad.
2. Determinar el rendimiento de tres distancias de siembra en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.)
3. Evaluar el mérito económico de los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Historia y origen

Según Cruz (2003) El ajonjolí (*Sesamum indicum* L) se cree que se originó en Etiopía (África), las siguientes regiones o países con mayor diversidad son: India, China y Japón. Traslada a México y posteriormente a otras naciones una vez que se descubrió América. Originario de los climas tropicales cálidos de América Central.

El ajonjolí, una oleaginosa poco apreciada, necesita una mayor atención por parte de las entidades encargadas de probar especies de plantas que, como el ajonjolí, pueden ser una opción en ciertas regiones.

Actualmente, el sésamo se cultiva en muchas naciones, siendo los mayores productores China, India, Birmania, Sudán, Uganda, Nigeria, México, Venezuela, Colombia, etc. El sésamo es un miembro de la familia Pedaliácea y actualmente se cultiva en muchas naciones (Cruz, 2003).

1.2. Taxonomía

Según Cronquist (1981) el ajonjolí lo clasifica de la manera siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Lamiales
Familia	: Pedaliaceae
Género	: Sesamun
Especie	: Indicum
Nombre científico	: <i>Sesamun indicum</i> L
Nombre común	: Sésamo, Ajonjolí

1.3. Características botánicas

La familia Pedaliaceae incluye dieciséis géneros y sesenta especies de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), que se encuentra en zonas tropicales y subtropicales. El ciclo vegetativo de esta planta herbácea es anual y puede oscilar entre sesenta y ciento cincuenta días, según la especie y las características específicas del medio ambiente y el suelo locales. La altura de las plantas varía según la fuente de germoplasma, y hay variedades que se cultivan en áreas más extensas a nivel nacional e internacional, con una altura promedio de entre 1.20 y 1.70 metros, aunque hay algunos autores que reportan hasta 2.0 metros. Sin embargo, estas variedades tienen mayores problemas con el acame, lo que dificulta su manejo agronómico y cosecha. Se ha informado que las variedades con una altura inferior a 1 m tienen un rendimiento más bajo (Cruz, 2021, p. 8).

1.3.1. Raíz

Tienen un sistema radicular fuerte y fibroso. Las pocas raíces principales se ramifican ampliamente y se extienden de 80 a 120 cm por debajo de la superficie. Para absorber agua eficazmente, las raicillas se extienden a 50 cm de la planta (Cruz, 2021, p. 9).

1.3.2. Tallo

Puede ser vertical, cilíndrico, cuadrangular o incluso de seis lados, según el tipo. Al observar la sección transversal del tallo, se puede discernir la porción externa dura y la médula blanca. El parénquima suave que constituye la médula tiende a desaparecer en tallos adultos, dejando un agujero en el medio (Cruz, 2021, p. 8).

1.3.3. Hojas

Emergen en pares en las ranuras en ángulo recto entre sí a medida que crecen perpendicularmente en la base del tallo. El tamaño varía de 3 a 17 cm de largo, de 1 a 5 cm de ancho, y tiene un pecíolo largo lobulado en la base y lanceolado en la punta (Cruz, 2021, p. 8).

1.3.4. Flores

Existen cientos de flores por planta, y nacen en racimos de una a tres en las axilas de las hojas. Pueden variar en longitud de dos a cuatro centímetros, tener una forma acampanada y ser de color blanco o algo púrpura. Gamopétalo, solitario y de pedicelo

corto, tiene cinco sépalos y un cáliz pequeño. El limbo es irregular con cinco lóbulos y la corola, que es campanulada y puede ser blanca o violeta, es pubescente en su interior. Planta que se reproduce por autogamia, tiene un ovario supero con dos células. En las axilas de las hojas, los botones florales se pueden encontrar individualmente o en racimos (Cruz, 2021, p. 8).

1.3.5. Fruto

El fruto es una cápsula de 2 a 5 cm de largo y normalmente consta de dos carpelos que se han dividido por la mitad para crear cuatro células. Dehiscente y pubescente con 15 a 25 semillas por semilla. Las suturas longitudinales que recorren la cápsula la abren a medida que envejece, dividiendo el nivel superior por partes iguales. (Cruz, 2021, p. 9).

1.3.6. Semilla

Constituyen la porción de la planta que se utiliza para producir árboles frutales. Los frutos, que son cápsulas planas, los contienen en cantidad variable. Las semillas de forma ovalada miden entre 2 y 4 cm de largo y entre 1 y 2 mm de largo y, según el cultivar, pueden ser blancas, grises, marrones o negras (Cruz, 2021, p. 9).

1.4. Tipos y cultivares de sésamo, por su color y precocidad

Ministerio de Agricultura y Ganadería, (1966) describe las características de la semilla de ajonjolí.

1.4.1. Color blanco

Su alta necesidad de nutrientes del suelo y su rápida tasa de crecimiento los hacen deseables en las industrias de panadería y repostería, donde alcanzan un precio superior.

El sésamo blanco en polvo se utiliza para las salsas de curry, salsas picantes y para espolvorear en el arroz, contiene alrededor de un 50 por ciento de aceite de su peso.

Es un condimento esencial que añade un delicioso sabor y aroma a los platos, además de estimular la digestión y proporcionar las propiedades beneficiosas de sésamo.

1.4.2. Color negro o tostado

Este tipo de semillas se cultiva principalmente en México y es conocido por sus variados colores que van desde el amarillo hasta el marrón oscuro. Crece en suelos deficientes en nutrientes, produce menores rendimientos y se considera más rústica en comparación con la variedad blanca. Se utiliza para hacer aceites y harinas.

Puede probar su rico sabor y perfume aromático en productos horneados hechos con semillas tostadas y molidas. También puede usar el polvo o las semillas enteras en recetas de arroz. Estas semillas de ajonjolí se utilizan para hacer el mejor aceite de ajonjolí.

1.4.3. Color rosado

Este cultivar normalmente se ramifica y crece hasta una altura de aproximadamente 2 m. Dependiendo del entorno, la floración puede comenzar entre 45 y 50 días después de la siembra. Produce cápsulas (frutos) dehiscentes de dos carpelos con semillas de color marrón oscuro. El hongo entomopatógeno *Macrophomina* sp. Puede causar daño a esta variedad chino rojo (Pérez Bolaños & Salcedo-Mendoza, 2018, p. 269).

1.5. Clima y suelos

El ajonjolí es muy adaptable, lo que permite su cultivo en regiones templadas, subtropicales y tropicales. Dado que el cultivo no es resistente a las heladas, requiere 150 días sin heladas para completar su ciclo. Aunque las plantas florecen y rinden al máximo en climas más cálidos, al sésamo le va bien en temperaturas del aire que oscilan entre 11 y 30 grados Centígrados. El rango de temperatura típico para esta planta es de 25 a 30 grados centígrados. La germinación, la floración y la fructificación se logran mejor a temperaturas entre 25 y 27 grados Centígrados.

Las regiones de cultivo están situadas a elevaciones máximas climáticamente apropiadas de 1600 m.s.n.m, India a 1200 m.s.n.m y Centroamérica a 600 m.s.n.m. Los biotipos secos gustan de suelos que drenan bien y tienen un pH promedio de 4.3 a 8.7. También prefieren lugares que reciben de 200 a 400 mm de lluvia por año. Cualquier etapa del crecimiento de un cultivo puede verse afectada negativamente por la humedad excesiva. En líneas generales, el cultivo requiere 400 a 500 mm para completar su ciclo, con una exigencia de 160 a 180 mm durante el primer mes de cultivo. Resulta adecuado

el cultivo del sésamo en zonas de secano donde las precipitaciones superen los 310-440 mm. Con precipitaciones de 300-600 mm, distribuidas en forma óptima durante el periodo de crecimiento, se obtienen buenas cosechas.

Es crucial cultivar ajonjolí en suelos sueltos, francos arenosos y con un drenaje adecuado, sin embargo, puede producir un cultivo respetable en una variedad de tipos de suelo. Esto promueve el crecimiento de un sistema radicular robusto, que a su vez permite una mejor absorción de agua y sales minerales. La baja salinidad y un rango de pH de 5,5 a 7 son ideales para el sésamo. Las plantas de ajonjolí requieren muchos nutrientes para desarrollarse rápidamente y producir muchas cápsulas, por lo que el contenido de nutrientes debe ser típico. Esto se debe a que consumen muchos de estos nutrientes en un corto período de tiempo.

1.6. Manejo del cultivo

1.6.1. Preparación del suelo

El éxito del cultivo depende de este esfuerzo. El método más tradicional de preparación del suelo es la remoción de gradas de discos; este método controla eficazmente las malezas, mejora la aireación y acondiciona el suelo, todo lo cual es necesario para un crecimiento saludable de las raíces. Otra opción es utilizar un arado de vertedera de tracción animal para preparar el terreno para la siembra abriendo surcos.

1.6.2. Siembra

Para obtener resultados óptimos, esparza las semillas de ajonjolí a aproximadamente un centímetro de profundidad en tierra húmeda. Esto asegurará que las semillas emerjan de manera uniforme y rápida, lo que debería demorar entre tres y cuatro días. Una hectárea de semillas requiere de dos a tres kg de semillas. Para el proceso de siembra se utilizan herramientas simples como carros de siembra, botellas o tapetes de siembra personalizados. La siembra mecanizada también es una opción, con máquinas típicas de siembra de grano fino que administran semillas a una distancia determinada por el cultivar. * Facultad de Ciencias Agrarias – UNA.

La siembra del ajonjolí también puede realizarse a mano, con bueyes o mecánicamente. En todo caso siempre debe garantizar que la profundidad de la siembra no exceda de 0.6 a 1.5 centímetro, en este caso la semilla se coloca en el fondo del surco.

1.6.3. Métodos de siembra

Los productores utilizan una serie de métodos de siembra entre los más usados son:

- Uso de sembradora especializada
- Uso de carretilla
- Espeque
- A mano
- Al voleo
- Cumbos, botes o botellas

1.6.4. Distancia de siembra

Depende de la estructura de la variedad es decir de rama o de chirrión.

- Chirrión: Al plantar, deje 40 cm entre surcos y 8 cm entre plantas. Con 3 a 4 kg por hectárea, puede obtener una densidad ideal de 150.000 plantas.
- Rama: Al plantar, deje 50 cm entre surcos y 13 cm entre plantas. Con 2,5 kg por hectárea, puede obtener una densidad ideal de 80.000 plantas.

1.6.5. Raleo

Cuando la densidad de las plantas germinadas excede la aceptable, se usa una técnica llamada "raleo" para eliminar la población excesivamente densa de plántulas de ajonjolí que han crecido después de la siembra continua a chorro. Tras la limpieza, el raleo y la facturación se realizan simultáneamente. Es importante llevar a cabo el proceso de adelgazamiento con prontitud. Más allá de eso, es una práctica de salud. Eliminamos plantas no saludables y plantas que no pertenecen mediante raleo. Además, protege contra enfermedades.

1.6.6. Fertilización

Las plantas de ajonjolí pueden fertilizarse previamente en suelos ricos en humus, por lo que no siempre es esencial usar fertilizante después de la siembra. Cuando se trata de solicitudes de suscripciones directas, es suficiente incorporarlo un mes antes de la siembra en el momento de la preparación del terreno. Compost maduro se aplica en el momento de la siembra o durante el raleo en cantidades de aproximadamente 3 t ha⁻¹. La accesibilidad del fósforo es el determinante de los altos rendimientos de la cosecha de ajonjolí. La aplicación de roca fosfórica y harina de huesos antes de la preparación del

suelo ayuda a compensar los déficits de fósforo; la segregación de varios compuestos de fosfato también hace que el fósforo fijado biológicamente sea accesible para las plantas.

La distribución de nutrientes está determinada por el crecimiento vegetativo del cultivo, lo que implica:

- Días después de la siembra 0 – 29 : 3%
- Días después de la siembra 30 – 47 : 10%
- Días después de la siembra 48 – 81 : 58%
- Días después de la siembra 82 – 110 : 29%

Para obtener 1000 kg de semilla de ajonjolí, se debe fertilizar con 45 N, 30 P y 50 de K kg ha⁻¹ (Agricultura (IICA) & Ramakrishna, 1990).

Las plantas de ajonjolí prosperan cuando se fertilizan con fertilizante foliar. La fertilización se aplica en dos partes: después del raleo y después de la floración. Puede cubrir una parte considerable de la demanda.

1.6.7. Cosecha y post cosecha

El ajonjolí requiere precaución adicional por parte del agricultor durante la cosecha y las etapas posteriores a la cosecha para preservar la calidad del grano y maximizar el rendimiento.

Las plantas deben cortarse después de que casi todas sus hojas se hayan caído, principalmente cuando las cápsulas se vuelven amarillas. En este momento, los granos deben estar bien maduros y las plantas deben podarse. El tamaño del grano, el contenido de aceite, la fragancia y el sabor se ven afectados por los cortes realizados antes de esta etapa. Además, los frutos son semi indehiscentes cuando se cortan en rodajas más tarde, lo que expone los granos del interior al mal tiempo y reduce su calidad. Por último, pero no menos importante, es posible una pérdida post cosecha de más del 70%.

a) Secado en parvas

Existen diversas formas de exponer al sol para fines de secado. La tradicional es colocando las parvas piramidales. Para evitar las raíces, se aconseja que las bandadas no superen un diámetro de 1,5 metros y que se dejen ventanas u otras aberturas para

proporcionar suficiente aire. Si las bandadas se mantienen afuera bajo la lluvia durante más de dos días, este problema puede empeorar mucho, especialmente si su tamaño es mayor de lo recomendado.

b) Secado en soporte de alambres

Este tipo de secado se realiza utilizando postes de hasta 1.5 metros de altura en la que se ata el alambre de púa y/o liso, sobre la cual se reposan las plantas cortadas de ajonjolí para su correcto secado.

c) Trillado y secado de grano

Una vez que los tallos y las hojas de la planta de ajonjolí han secado, y las capsulas han cambiado de color se realiza el trillado, para lo cual se colocan aspilleras en la base de la parva y se procede a sacudir las ramas de ajonjolí para que las semillas caigan sobre las aspilleras, es recomendable realizar el zarandeo y ventilado de inmediato para separar las impurezas de las semillas.

Después de una breve zarandeada, los granos se secan al sol durante aproximadamente seis horas para reducir su contenido de humedad a un rango seguro de 6 a 7 %.

1.7. Plagas y enfermedades

- **El gusano cortador.** Estas larvas de mariposa cortan los tallos al ras del suelo.
- **La mosquita blanca.** El mosquito blanco a menudo se alimenta de semillas de ajonjolí. La plaga surge de la nada y el daño que causa es proporcional al nivel de infestación y la etapa del ciclo de vida al que se dirige
- **El chinche verde hedionda.** Generalmente ataca el cogollo, chupan la savia e inyectan toxinas que decoloran las hojas.
- **El gusano bellotero.** La larva se come los cogollos, botones flores y cápsulas.
- **El falso gusano medidor.** Las larvas se alimentan del follaje.

Por lo general, los patógenos del suelo atacan en forma asociada, hasta tres a la vez y son principalmente hongos. Los principales son los siguientes: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp. y *Sclerotium rolfsii*.

Estas enfermedades hacen que las plántulas se caigan porque provocan una pudrición acuosa en las bases del tallo y las raíces, caracterizada por filamentos blancos.

Las áreas donde se cultiva sésamo no se preocupan mucho por las enfermedades del follaje. Los cultivares curados son resistentes a la mancha foliar angular y alternaria.

1.8. El nitrógeno

Muñoz y Cruz (2000), afirman que el nitrógeno es esencial para el crecimiento vegetativo, la floración, la cápsula y el desarrollo de las semillas del ajonjolí. La creación adicional de tejido es el foco principal de la fase vegetativa, que se caracteriza por el aumento lento pero constante de la síntesis de proteínas y carbohidratos hasta el final de la etapa. La fertilización inadecuada con nitrógeno en este momento reduce la vitalidad de la planta, acelera la madurez y reduce drásticamente los rendimientos de la cosecha.

Vargas y Blanco (2002), mencionan aplicar nitrógeno a las plantas de ajonjolí unos días antes de que alcancen su etapa máxima de crecimiento, que es aproximadamente 33 días después de la siembra, y nuevamente al comienzo de la etapa de floración, que es 45 días después de la siembra. Una mezcla de fertilizantes orgánicos o sintéticos aplicados fraccionalmente es el método más comúnmente utilizado.

Tisdale y Nelson (1977), afirman que el nitrógeno atmosférico es fijado en los terrenos por varias bacterias que viven libremente y por otras simbiontes. Las cantidades fijadas por estos organismos son generalmente inadecuadas para sustentar los altos rendimientos de las cosechas requeridas en la agricultura comercial. De manera general el requerimiento de nitrógeno es mayor en el periodo de floración y cuando forman las nuevas hojas y brotes. El nitrógeno como factor principal de los rendimientos, el suministro de nitrógeno casi siempre da como resultado un aumento significativo en el rendimiento de los cultivos en circunstancias típicas de crecimiento, y esto se debe a que es la base del fertilizante; sin embargo, el nitrógeno tiene una acción de choque sobre la vegetación; es decir que no se puede dar unilateralmente a la planta por encima de sus necesidades.

1.9. El fósforo

Tisdale y Nelson (1982), consideran que los cultivos extraen menor cantidad el N, K y Ca del suelo; sin embargo, el fósforo como factor limitante tiene mayor importancia que el Ca y quizás más aún que el K, el fósforo del suelo no es tan susceptible a la volatilización o lixiviación como el fósforo nitrogenado, ya que no incluye componentes inorgánicos. La fertilización con fosfato ayuda a prevenir las deficiencias de las plantas causadas por una alta estabilidad y poca solubilidad, incluso si los componentes orgánicos del suelo se mineralizan constantemente. Sin embargo, los fosfatos agregados al suelo experimentan reacciones de fijación rápidas.

Buckman y Brady (1991), mencionan que, las plantas pueden aprovechar al máximo los fosfatos cuando el pH del suelo se mantiene entre 6.0 y 7.0. Sin embargo, incluso dentro de este rango, el uso de fósforo sigue siendo muy bajo y los fosfatos solubles están fuertemente fijados en el suelo. Parte de la razón por la que las plantas solo absorben una cantidad modesta de fosfatos adicionales (10 a 30%) en una temporada se debe a esta fijación.

Ibáñez y Aguirre (1983), afirman que la cantidad de nutrientes en el suelo está directamente correlacionada con las cantidades de nutrientes aplicados, por lo tanto, si el suelo es deficiente en un determinado elemento, hay una mayor probabilidad de obtener respuestas para ese elemento.

Aguirre (1963), una serie de factores, que incluyen la temperatura, la lluvia, la reacción del suelo (pH), la actividad biológica y el nivel de desarrollo del suelo, determinan la cantidad de fósforo en los suelos. El fósforo inorgánico del suelo suele ser más alto que el fósforo orgánico, a menos que los suelos orgánicos contengan una concentración muy alta de fósforo, como señala. Los fosfatos orgánicos del suelo, por otro lado, están formados por un conjunto diferente de compuestos naturales.

1.10. El potasio

Robles (1991), manifiesta que un abonamiento con potasio, en suelos pobres de calcio y potasio da resultados favorables. Así misma la colocación de fertilizante es de primordial importancia, si no se hace apropiadamente corre el riesgo de obtener rendimientos reducidos y una cosecha de menor calidad, debido a un alto nivel de potasio

en los primeros centímetros del perfil del suelo inhibe la absorción de calcio por las raíces y cápsulas.

Fertilizante hecho de potasio. Aumenta la coloración de las plantas, acelera la maduración de la fruta y mejora la calidad de la fruta. Diseñado para controlar el flujo de agua y nutrientes desde las hojas de la planta hasta sus frutos y otras partes. La máxima calidad, maduración temprana y contenido de azúcar de las frutas mejoran durante las fases de engorde.

1.11. Reporte de trabajos similares

Las naciones tropicales son los mayores productores de ajonjolí del mundo, con rendimientos globales estimados de 913 kg.ha⁻¹. Los rendimientos nacionales han oscilado entre 300 y 450 kg.ha⁻¹, con una media de 400 kg.ha⁻¹ en 2002 y 2003 (de 7.000 ha plantadas), lo que es increíblemente bajo en comparación con el potencial genético de las variedades, que puede superar los 1000 kg.ha⁻¹. (MAG, 2003)

Vaca Moran et al. (2001), Una extracción de (119.8 kg. de N, 31.82 kg. de P y 136.47 kg. de K) kg.ha⁻¹, con rendimientos muy altos de producción convencional de 2,200 kg.ha⁻¹, también indica un alto contenido de nutrientes en la planta, la cual puede ser devuelta al suelo en forma de mulch.

La aplicación de fertilizantes al suelo, en las cantidades 60, 30 y 50 kg de N, P y K por hectárea y 97.5 kg de sulfato de amonio afectaron positivamente el rendimiento de grano de ajonjolí, en la altura de planta, número de cápsulas por planta y en el peso de 1000 granos. (Pineda, 2009).

Algunos de los elementos del método convencional de producción de cultivos de sésamo incluyen: preparación del suelo, selección de variedades, manejo de plagas y enfermedades, densidad de siembra, supresión de malezas y un límite en la producción de ajonjolí (PAAT, 1992).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El escenario del experimento fue el Centro Poblado Pichari Colonos en el departamento de Cusco, distrito de Pichari, Provincia La Convención. La provincia de Satipo en el departamento de Junín forma su frontera norte, mientras que el distrito de Kimbiri se encuentra al sur. El distrito de Echarate se encuentra al este, y los distritos de Silvia y Llochegua en la provincia de Huanta del departamento de Ayacucho forman su frontera occidental. Del otro lado, el río Apurímac y el distrito Echarate por sus límites occidentales. El sitio del experimento se encuentra a una altura de 614 metros sobre el nivel del mar y las coordenadas son 12° 31'11" de Latitud Sur, 73° 49'43" de Longitud Oeste.

2.1.1. Ubicación política

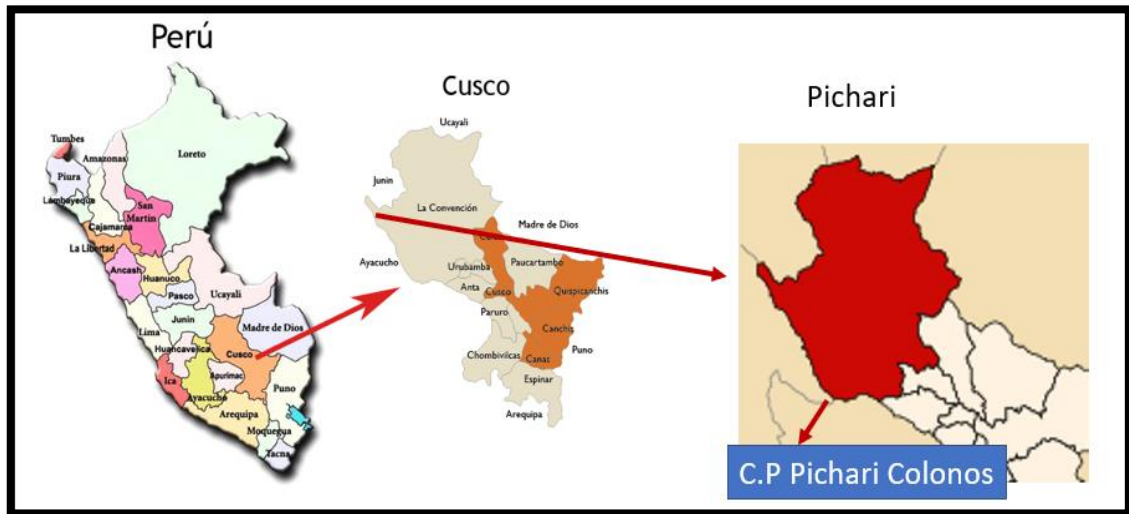
Departamento	: Cusco
Provincia	: La Convención
Distrito	: Pichari
Localidad	: Centro Poblado de Pichari Colonos

2.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas	: 12° 31' 11" Latitud sur
Coordenadas	: 73° 49' 43" Longitud Oeste
Altitud	: 614 msnm

Figura 2.1

Ubicación política del Lugar del experimento Centro Poblado de Pichari Colonos



2.2. Características edáficas del terreno experimental

Las características edáficas del suelo se tomaron en cuenta del análisis de suelo que se tomó a la zona en estudio: La parcela experimental en el cual se ejecutó la tesis tiene una clase textural franco arenoso, con un pH 6.94, conductividad eléctrica 0.17 y una concentración de 2.12 de materia orgánica; los elementos disponibles en mayor concentración que se analizaron fueron Fósforo 13.1 y Potasio 91.8; los nutrientes que son cationes cambiabiles (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Al^{+3} , H^+) teniendo una capacidad de intercambio catiónico de 9.7.

2.3. Características climatológicas del lugar experimental

Los datos meteorológicos de 2023 fueron recopilados por la Estación Meteorológica de Pichari (DRAC), un observatorio climatológico que recopila información relacionada con el clima. El sitio experimental está ubicado en el distrito de Picture y la provincia de La Convención en un clima tropical-subtropical. Las características climáticas únicas del área son el resultado de su ubicación entre la cordillera oriental de los Andes y la llanura amazónica, así como su potencial para bosques biodiversos y su actual producción agroindustrial de cultivos perennes. La temperatura máxima promedio durante el experimento fue de 35.1°C , temperatura mínima promedio alcanzando fue de 19.2°C . La precipitación total registrada anual fue de 858.4 mm y alta humedad relativa (90 a 95%). Características apropiadas para el cultivo del ajonjolí.

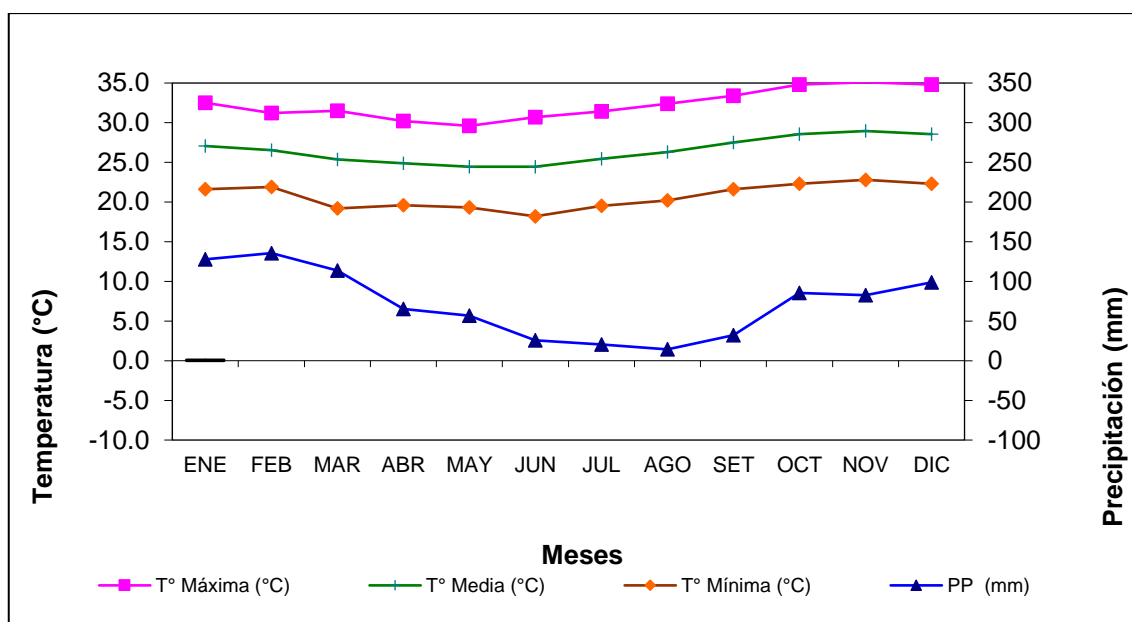
Tabla 2.1

Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2023, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)

AÑO	2023											
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T° Máxima (°C)	32.5	31.2	31.5	30.2	29.6	30.7	31.4	32.4	33.4	34.8	35.1	34.8
T° Mínima (°C)	21.6	21.9	19.2	19.6	19.3	18.2	19.5	20.2	21.6	22.3	22.8	22.3
T° Media (°C)	27.1	26.6	25.4	24.9	24.5	24.5	25.5	26.3	27.5	28.6	29.0	28.6
PP (mm)	127.8	135.6	113.6	65.3	56.8	25.6	20.6	14.3	32.0	85.6	82.5	98.7

Figura 2.2

Temperatura máxima, mínima, media y precipitación mensual correspondiente a la campaña 2023, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)



En la figura 2.2, el lugar experimental proporcionó datos sobre los siguientes parámetros meteorológicos: una temperatura máxima promedio de 35,1 °C, una temperatura mínima promedio de 20,2 °C y una precipitación total de 858,4 mm, con los aguaceros más intensos en los meses de invierno de diciembre, enero y febrero. Aunque llueve menos en mayo, junio, julio y agosto, la humedad relativa en la región del VRAE sigue siendo alta, entre el 95% y el 98%. En estas características térmicas no existe deficiencia en humedad durante la producción del cultivo de ajonjolí.

2.4. Variables

2.4.1. Variables independientes e indicadores

Distancia de siembra (D)

d1 = 20 cm entre plantas, 80 cm entre surcos

d2 = 30 cm entre plantas, 80 cm entre surcos

d3 = 40 cm entre plantas, 80 cm entre surcos

Fórmulas de abonamiento: N, P₂O₅ y K₂O en kg ha⁻¹ (80-40-40)

Cultivares (C)

a1 = Cultivar de semilla blanca

a2 = Cultivar de semilla negro

a3 = cultivar de semilla rosado

2.4.2. Variables dependientes e indicadores

Para cada una de las variables dependientes se tomará en campo el registro de las siguientes características.

a) Variables de precocidad

Días al brotamiento (dds)

Estos datos se registraron cuando las semillas de ajonjolí brotaron fuera del suelo, a mayor del el 50 % de plántulas emergidas sobre la superficie del suelo.

Días a la floración (dds)

Estos datos se registraron cuando las plantas emitieron las flores, a mayor del 50 % de plántulas en estado de floración.

Días a la madurez fisiológica (dds)

Estos datos se evaluaron en dds a mayor del 50% cuando las plantas comenzaron a cambiar de color y los granos se encontraban en un estado semi duro.

Días a la cosecha (dds)

Se observó al momento en que las hojas y las cápsulas comenzaron a cambiar de color. Los datos fueron tomados en el momento de la ocurrencia, y también se tomaron en cuenta la uniformidad de cada una de las parcelas, estimando más del 50%.

b) Variables de rendimiento

Número de hojas por planta

Esta variable se registró a los diez días de la germinación y se realizará cada diez días hasta la emisión de las capsulas en las axilas de las hojas del tallo.

Altura de planta (AP)

Se registró los datos con la ayuda de una cinta métrica, se midió desde la base del cuello de la planta hasta el ápice, evaluación a plena floración (cm).

Numero de cápsulas por planta (NC)

Se registró los datos a la culminación de la floración, tomando una muestra de diez plantas por parcelas, cuyo conteo es numérico, con una estimación a mayor del 50% de la formación de capsulas de las plantas.

Número de ramas por tallo (NR)

Se registró los datos del número de ramas por tallo a la culminación de la emisión de las capsulas, este conteo fue numérico y se tomándose a mayor del 50% de formación de cápsulas de las plantas.

Diámetro del tallo (DT)

Se registró estos datos a la cosecha. Se tomaron al azar diez plantas representativas de cada parcela; se utilizó un calibrador y la medición se realizó en la base del tallo. La unidad de medida fue en centímetros (cm).

Peso de semillas por cápsula (PC)

Registrándose los datos del peso de semillas por cápsula. Se tomaron diez plantas representativas de cada parcela y se pesó diez cápsulas por planta, se utilizó una balanza calibrada para obtener el peso. La unidad de medida será en gramos.

Peso de semillas por planta (PS)

Se registró los datos del peso de semillas por planta. Se tomaron diez plantas representativas de cada parcela, se utilizará una balanza calibrada para obtener el peso. La unidad de medida será en gramos.

Peso de 1000 semillas

Se conto 1000 semillas y luego fueron pesadas en una balanza de precisión.

Rendimiento de grano

Después de la cosecha, trillado venteado y seleccionado se procedió a pesar la semilla de cada parcela.

Rentabilidad económica

Se realizará un cálculo para cada uno de los tratamientos en función de la dosificación: Rentabilidad = (Utilidad neta/Costo total) * 100.

2.5. Análisis estadístico

Con el fin de conocer el impacto de los parámetros en estudio sobre las diversas características de rendimiento, se realizó un análisis estadístico previo a la cosecha mediante el Análisis de Varianza y la Prueba de Contraste de Tukey (0,05). La disposición factorial 3Cx 3D con 4 repeticiones se utilizó en el diseño experimental de Diseño de Bloques Completos Aleatorizados.

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico fue el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \tau_i + \delta_k + \tau\delta(ik) + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Media de la población.

β_j = Efecto del bloque.

τ_i = Efecto de la distancia de siembra (por golpe).

δ_k = Efecto de la influencia de los cultivares.

$\tau \delta(ik)$ = Interacción de la distancia de siembra x cultivares en uso.

E_{ijk} = Efecto del error experimental.

2.6. Factores en estudio

2.6.1. Cultivares en estudio

a1 : Cultivar de semilla Blanca

a2 : Cultivar de semilla negra

a3 : Cultivar de semilla rosada

2.6.2. Distanciamiento entre golpes

d1 : 20 cm

d2 : 30 cm

d3 : 40 cm

El distanciamiento entre golpes (plantas) se realizó luego de la germinación de las semillas, es decir cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 20 cm, es en este momento que se realizó el deshije de plantas en las tres distancias propuestas, cuya labor agronómica fue en forma manual.

Tabla 2.2

Descripción de los tratamientos

Tratamientos (t)	Código	Descripción	
		Cultivares	Golpe
T1	a ₁ d ₁	Semilla Blanca	20 cm
T2	a ₁ d ₂	Semilla Blanca	30 cm
T3	a ₁ d ₃	Semilla Blanca	40 cm
T4	a ₂ d ₁	Semilla Negra	20 cm
T5	a ₂ d ₂	Semilla Negra	30 cm
T6	a ₂ d ₃	Semilla Negra	40 cm
T7	a ₃ d ₁	Semilla Rosada	20 cm
T8	a ₃ d ₂	Semilla Rosada	30 cm
T9	a ₃ d ₃	Semilla Rosada	40 cm

2.7. Características del campo experimental

Parcelas

Ancho : 2.40 m

Largo : 3.20 m

Área : 7.68 m²

Distancia entre surco : 0.80 m

Distancia entre golpes :

d1 : 0.20 m

d2 : 0.30 m

d3 : 0.40 m

Ancho de la calle : 1.00 m

Número de surco por parcela : 4

Bloques

Nº de Bloques	: 4
Ancho del bloque	: 2.40 m
Largo del bloque	: 28.80 m
Área del bloque	: 69.12 m ²

Campo experimental

Ancho	: 12.60 m
Largo	: 28.80 m
Área total del experimento	: 362.88 m ²
Número de golpes por surco	según la distancia de siembra:
d1	: 10
d2	: 6.6
d3	: 5

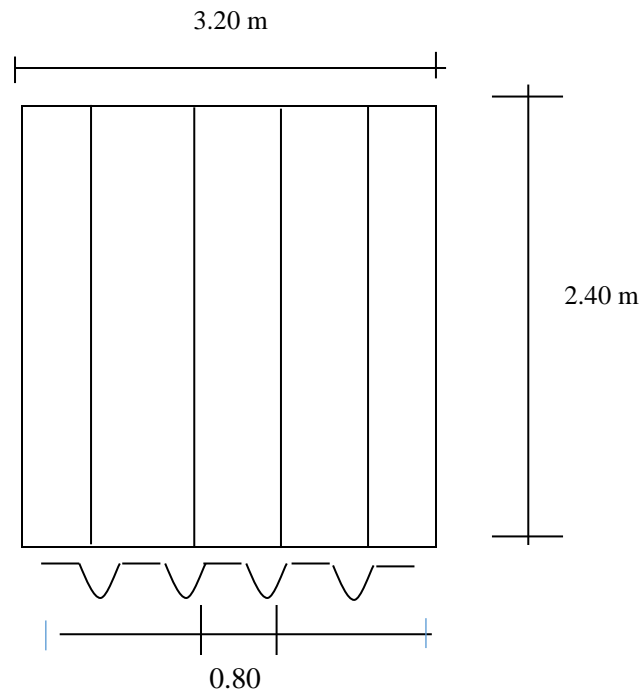
Figura 2.3

Croquis del experimento y distribución de los tratamientos

Bloque I					3.20					
T6	T4	T8	T2	T7	T9	T5	T3	T1		2.40 m
Bloque II										1.0 m
T8	T1	T7	T9	T2	T5	T4	T6	T3		
Bloque III										
T4	T9	T8	T6	T1	T5	T2	T7	T3		
Bloque IV										
T7	T2	T3	T4	T8	T5	T6	T1	T9		
28.80 m										

Figura 2.4

Croquis de la unidad experimental



2.8. Instalación y conducción del experimento

2.8.1. Preparación del terreno

Aramos mecánicamente el campo a una profundidad de 30 cm el 01 de marzo de 2024, utilizando un tractor y sus herramientas, incluido un arado de discos y la rastra. Se mantuvo un espaciado de 80 cm entre los surcos cuando se abrieron, y las semillas se esparcieron en los surcos después de que se hubieran trazado.

2.8.2. Demarcación y estacado del campo experimental

El campo experimental se delimitó mediante estacas que se arrastraron con cabrestante y cordel de acuerdo con el plan experimental.

2.8.3. Siembra

La siembra se realizó el 07 de marzo 2024, esta actividad se realizó depositando la semilla a surco corrido o chorro corrido.

2.8.4. Raleo

Esta labor se realizó el día 26 de marzo del 2024 cuando la planta tenía una altura aproximada de 20 cm., en la cual se eliminaron las plantas de menor tamaño, plantas enfermas y las más débiles.

2.8.5. Fertilización

Villalba et al, (2017) reporta la absorción de macronutrientes en dos cultivares de sésamo evaluados, la cantidad de N, P, y K por cada tonelada de biomasa y granos producidos en promedio resultó ser de, 54, 8 y 20 kg ha⁻¹, en base a estos resultados en el presente experimento los niveles de fertilización fueron de, 80-40-40 de N-P-K. El primer abonamiento se realizó el 26 de marzo del 2024 y el segundo abonamiento el 15 de abril del 2024.

Como fuentes nutricionales se utilizó la úrea, fosfato diamónico y el cloruro de potasio, la aplicación de estos abonos fue en dos tiempos, la úrea, el fosfato diamónico y el cloruro de potasio fue utilizado al momento del raleo; la segunda aplicación de los abonos fue al momento del aporque antes de la floración. Además, se utilizó el abono foliar (Phos humic NK) la aplicación foliar de un fertilizante asimilable rico en fósforo que también contiene nitrógeno, potasio y extracto húmico le da al cultivo un impulso fisiológico durante el desarrollo radical, la floración y la generación de semillas y frutos. Además, mejora en gran medida la retención de la fruta, lo que lleva a un mayor rendimiento.

2.8.6. Riegos

No fue necesario riego ya que el cultivo se llevó a cabo durante el régimen de lluvias.

2.8.7. Control de malezas

Este proceso se llevó a cabo cinco veces utilizando azadas a mano para evitar que las malas hierbas compitieran con el producto; el primer control se realizó el 16 de marzo del 2024, el segundo el 31 de marzo del 2024, el tercero el 15 de abril del 2024, el cuarto el 30 de abril del 2024 y el quinto el 15 de mayo del 2024, cada dos semanas ya que por la misma zona y humedad requiere mayor control.

2.8.8. Control de plagas y enfermedades

Diversas medidas de control cultural y químico, se utilizaron para llevarlo a cabo toda la implementación del experimento. Se utilizó (Urkan) insecticida sistémico y de contacto, se empleó a los 15 días desde la germinación del cultivo, se aplicó de modo preventivo cada 15 días hasta antes de la floración; del mismo modo (Phyton 27)

fungicida y bactericida agrícola, se aplicó de modo preventivo cada 15 días después de la emergencia del cultivo hasta antes de la floración.

2.8.9. Cosecha

Producido cuando las plantas de ajonjolí alcanzaron un desarrollo fisiológico completo (25 % humedad de la semilla), es decir cuando se observó cambio de color de las hojas, tallo y cápsulas, de verde a amarillo pajoso, cuyo corte se realizó con la ayuda de chafle, al estar la biomasa verde se terminó de secar en parvas (montones) hasta su secado final durante 7 días. El cultivar de semilla blanca y rosada se cosechó el 23 de junio del 2024 (108 dds) y el cultivar de semilla negra se cosechó el 11 de junio del 2024 (96 dds).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

Tabla 3.1

Variables de precocidad de tres cultivares de ajonjolí en tres distancias por golpe. Pichari 614 msnm

Tratamientos de tres cultivares (distancia golpe)	Emergencia	Elongación Tallo	Plena floración	Plena Formación capsulas	Madurez fisiológica	Madurez cosecha
Sem. blanca (20 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. blanca (30 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. blanca (40 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. negra (20 cm)	3	11	38	48	87	96
Sem. negra (30 cm)	3	11	38	48	87	96
Sem. negra (40 cm)	3	11	38	48	87	96
Sem. rosada (20 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. rosada (30 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. rosada (40 cm)	4	15	47	57	91	108

Para evaluar esta variable se utilizó el número de días posteriores a la siembra (ndds) en un determinado estado fenológico del cultivo. Se utilizó la estadística descriptiva del rango, en vista que no existe una transición definida entre los diferentes estados fenológicos. En una misma planta de un cultivar pueden encontrarse en floración y otras recién en un inicio, pero se nota una gran precocidad en el cultivar de semilla negra.

En la tabla 3.1 se observan los estados fenológicos de ocurrencia en dds en los cultivares que se diferencia por el color de semilla, se nota claramente que los cultivares muestran una alta precocidad, los cultivares de semilla blanca y rosada son relativamente un poco tardías llegando a la madurez fisiológica de la semilla a los 91 dds; la semilla

negra es más precoz en cuanto a la madurez fisiológica de la semilla a los 87 dds. Esta precocidad está dada por las elevadas temperaturas registrándose en promedio 26.5 °C.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. Número de hojas por planta

Tabla 3.2

Análisis de variancia del número de hojas por planta en diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

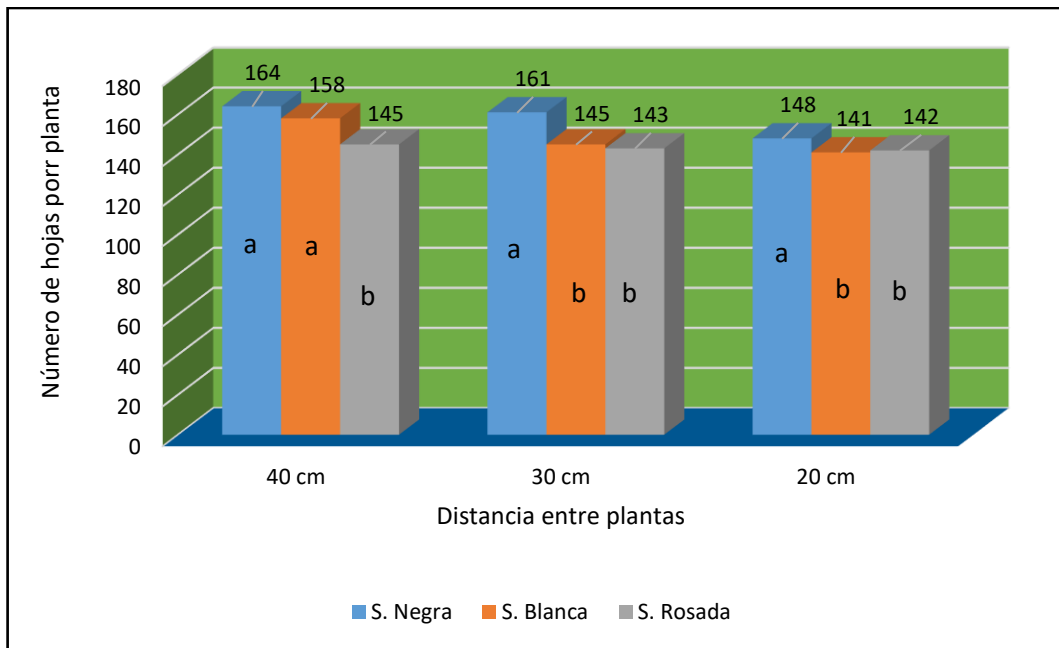
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	31.94	10.65	0.45	0.7202 ns
Cultivar (C)	2	1211.78	605.89	25.56	<0.0001 **
Distancia (D)	2	841.83	420.92	17.76	<0.0001 **
Inter (C x D)	4	379.65	94.91	4.00	0.0126 *
Error	24	568.84	23.70		
Total	35	3034.04			

C.V. = 3.24 %

La tabla 3.2 del ANVA, dentro de los impactos primarios del crecimiento y la distancia de siembra, existe una fuerte significación estadística. Adicionalmente, dentro del efecto de interacción sobre el número de hojas por planta, existe significación estadística. Debido a este hallazgo, podemos examinar los impactos elementales de las interacciones. Un coeficiente de varianza bajo indica que el experimento estuvo bien diseñado.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos simples del número de hojas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



Bajo la prueba de contraste de Tukey en la figura 3.1, se observa los efectos simples de la interacción del cultivar en cada distancia de siembra, donde la cultivar de semilla negra tiene el mayor número de hojas, también se puede observar casi similitud en el número de hojas a 40 cm y a 30 cm de distancia de siembra en el cultivar mencionado.

La capacidad fotosintética del ajonjolí esta dado por el número de hojas, pero muchas veces existe una relación inversa con el rendimiento. (Hernández, 1998), las hojas, según su descripción, son opuestas y alternas; las inferiores suelen tener un aspecto encorvado y están divididas a lo largo del medio, mientras que las superiores son enteras y lanceoladas. A medida que las plantas se acercan a su etapa de madurez, las hojas más bajas caen primero, creando una cicatriz notable; las cápsulas se colocan por encima de esta cicatriz. El número de hojas en todo el periodo vegetativo es de unos 120 a 150 este número coincide con el número reportado en el presente experimento.

3.2.2. Altura de planta

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la altura de planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

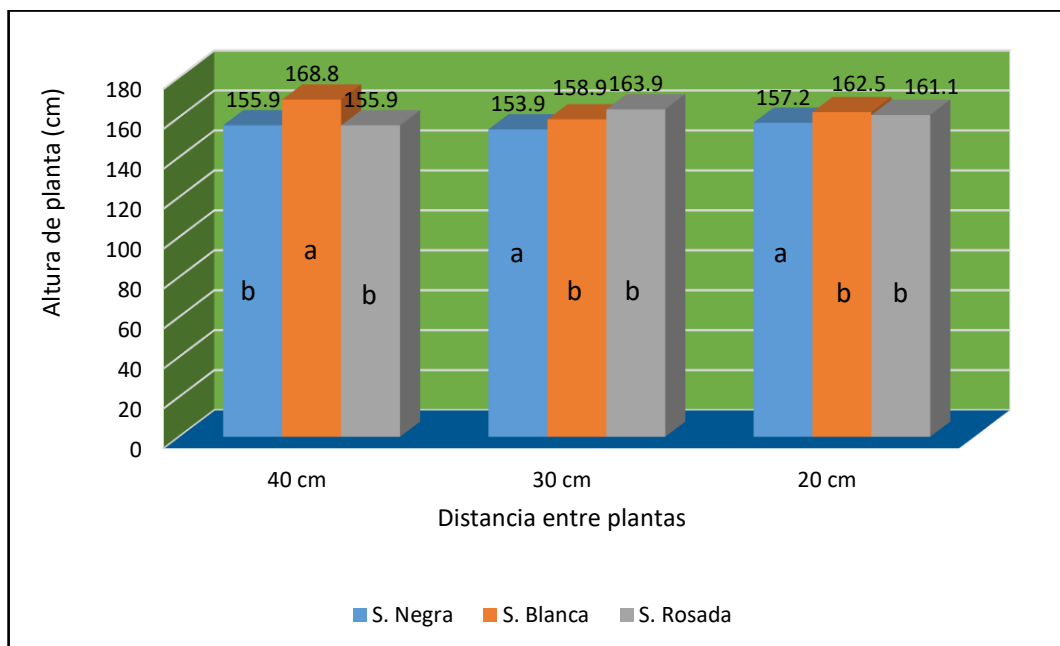
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	98.50	32.83	1.35	0.2826 ns
Cultivar (C)	2	362.09	181.04	7.43	0.0031 **
Distancia (D)	2	14.31	7.16	0.29	0.7481 ns
Inter (C x D)	4	342.48	85.62	3.51	0.0215 *
Error	24	584.80	24.37		
Total	35	1402.18			

C.V. = 3.09 %

La tabla 3.3 del ANVA, existe un fuerte apoyo estadístico para el impacto primario del cultivo y los efectos de interacción en la altura de la planta. El resultado permite examinar los impactos elementales de las interacciones. Un coeficiente de varianza bajo indica que el experimento estuvo bien diseñado.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.2, según los resultados de la prueba de contraste de Tukey, podemos ver que los cultivares tienen diferentes efectos simples según la distancia de siembra. Por ejemplo, cuando plantamos a una distancia de 40 cm, el cultivar de semilla blanca crece hasta una altura de 168,8 cm, mientras que el cultivar de semilla negra crece hasta la más baja.

En el ajonjolí, una mayor altura de la planta se asocia con un mayor número de cápsulas, lo que es un buen indicador del desarrollo del cultivo y la acumulación de biomasa. Yagadín et al., (2002) señala que esta puede ser afectada por la acción conjunta de los factores fundamentales: luz, calor, humedad, nutrientes y la temperatura. La distancia de plantas es también un factor de importancia a menor población de plantas se incrementa el vigor y la altura. (Uriarte & Tapia, 1997) en Nicaragua con el Ajonjolí var. mexicana en distancias de altas de 96,150 plantas ha⁻¹ llega a alturas de 160 a 170 cm. Los hallazgos son consistentes en este experimento.

3.2.3. Número de cápsulas por planta

Tabla 3.4

Análisis de variancia del número de capsulas por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

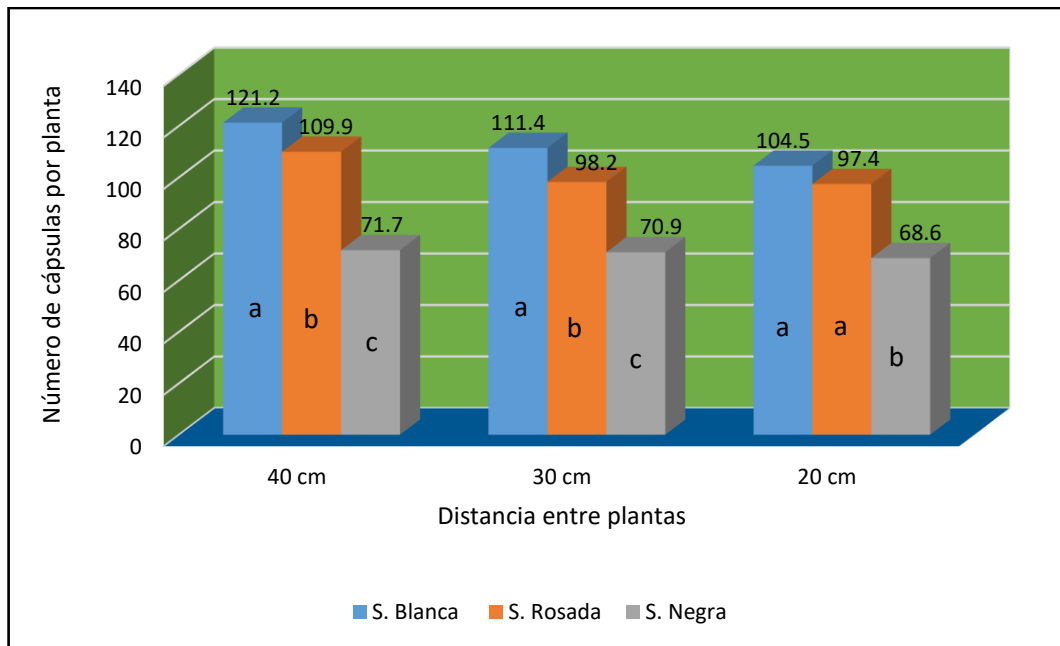
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	43.00	14.33	2.80	0.0615 ns
Cultivar (C)	2	11438.04	5719.02	1117.87	<0.0001 **
Distancia (D)	2	685.87	342.93	67.03	<0.0001 **
Inter (C x D)	4	292.96	73.24	14.32	<0.0001 **
Error	24	122.78	5.12		
Total	35	12582.66			

C.V. = 2.38 %

La tabla 3.4 del ANVA, muestra alta significación estadística en los efectos principales de cultivar y distancia de siembra, también se tiene alta significación estadística en la interacción de los factores estudiados en la variable número de capsulas por planta. Este resultado permite el análisis de los efectos simples de la interacción de los factores en estudio. El coeficiente de variación muestra buena precisión del experimento.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos simples del número de capsulas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.3 de la prueba de contraste de Tukey, muestra un mayor número de capsulas por planta a la siembra de 40 cm de distancia de siembra, con un valor de 121.2 capsulas. El cultivar de semilla negra es la de menor valor en la variable en estudio. Esta variable es la más relacionada con el rendimiento de grano.

Colque (2006) en su trabajo experimental realizado a 300 metros sobre el nivel del mar en el Departamento de Beni, Bolivia, demuestra que el número de cápsulas por planta varia de una temporada a otra. El promedio más alto fue de 122 cápsulas por planta en la primera temporada de siembra, seguido de 97 cápsulas por planta en la segunda y 75 cápsulas por planta en la tercera. La cuarta temporada tuvo el promedio más bajo, con 75 cápsulas por planta. Dos cultivares, uno nativo de la zona y otro cultivado por su semilla blanca. Incluso cuando el experimento se llevó a cabo en un lugar lejano, los hallazgos son comparables a los obtenidos ahora.

3.2.4. Número de ramas por planta

Tabla 3.5

Análisis de variancia del número de ramas por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

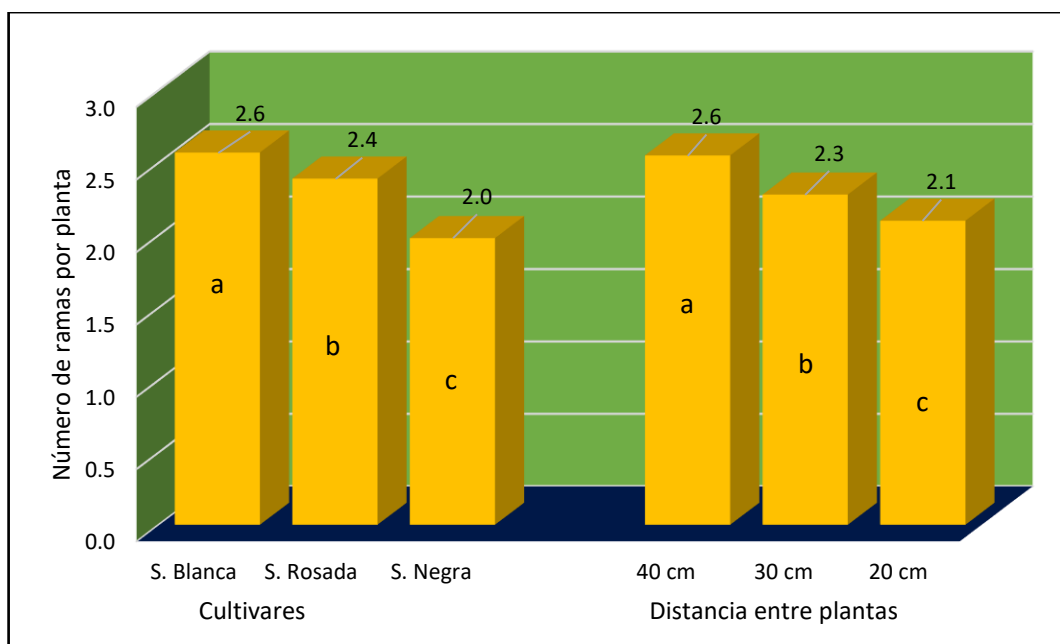
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.40	0.13	2.93	0.0543 ns
Cultivar (C)	2	2.22	1.11	24.07	<0.0001 **
Distancia (D)	2	1.23	0.61	13.34	0.0001 **
Inter (C x D)	4	0.12	0.03	0.65	0.6336 ns
Error	24	1.11	0.05		
Total	35	5.08			

C.V. = 9.26 %

La tabla 3.5, existe una fuerte correlación estadística entre los principales impactos de la distancia de crecimiento y la distancia de plantación, como lo muestra el ANVA del número de ramas por planta. Las consecuencias primarias pueden analizarse utilizando este resultado. Podemos tener fe en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es una métrica precisa.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de ramas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



El cultivar de semilla blanca tuvo 2,6 ramas, lo que fue estadísticamente más que cualquiera de los otros cultivares, como se muestra en la Figura 3.4 de la prueba de Tukey de los principales efectos del número de ramas por planta y la distancia de siembra. Las plantas cultivadas a una distancia de 40 centímetros producen más ramas que las cultivadas a cualquier otra distancia.

3.2.5. Diámetro de tallo

Tabla 3.6

Análisis de variancia del diámetro de tallo en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

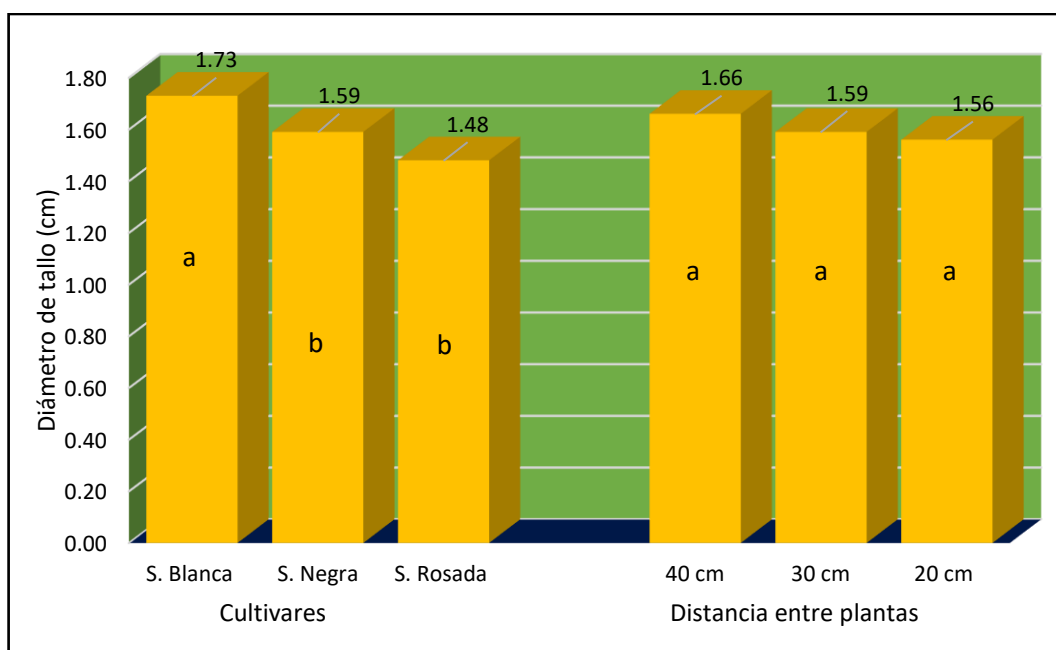
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.01	0.0018	0.15	0.9272 ns
Cultivar (C)	2	0.38	0.19	16.33	<0.0001 **
Distancia (D)	2	0.06	0.03	2.69	0.0880 ns
Inter (C x D)	4	0.01	0.0019	0.17	0.9524 ns
Error	24	0.28	0.01		
Total	35	0.73			

C.V. = 6.71 %

La tabla 3.6 muestra el ANVA del diámetro de tallo, este hallazgo permite examinar el impacto principal en los casos en que el efecto principal del cultivar de semilla es muy estadísticamente significativo. Podemos tener fe en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es una métrica precisa.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de tallo de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.5 muestra la prueba de Tukey, donde el cultivar de semilla blanca como la de mayor diámetro de tallo con un valor de 1.73 cm superando estadísticamente a los otras cultivares. Por efecto la distancia de siembra no existe diferencia estadística, pero numéricamente el mayor diámetro de tallo se alcanza con la siembra a los 40 cm.

3.2.6. *Peso de semilla por cápsula*

Tabla 3.7

Análisis de variancia del peso de semilla por capsula en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

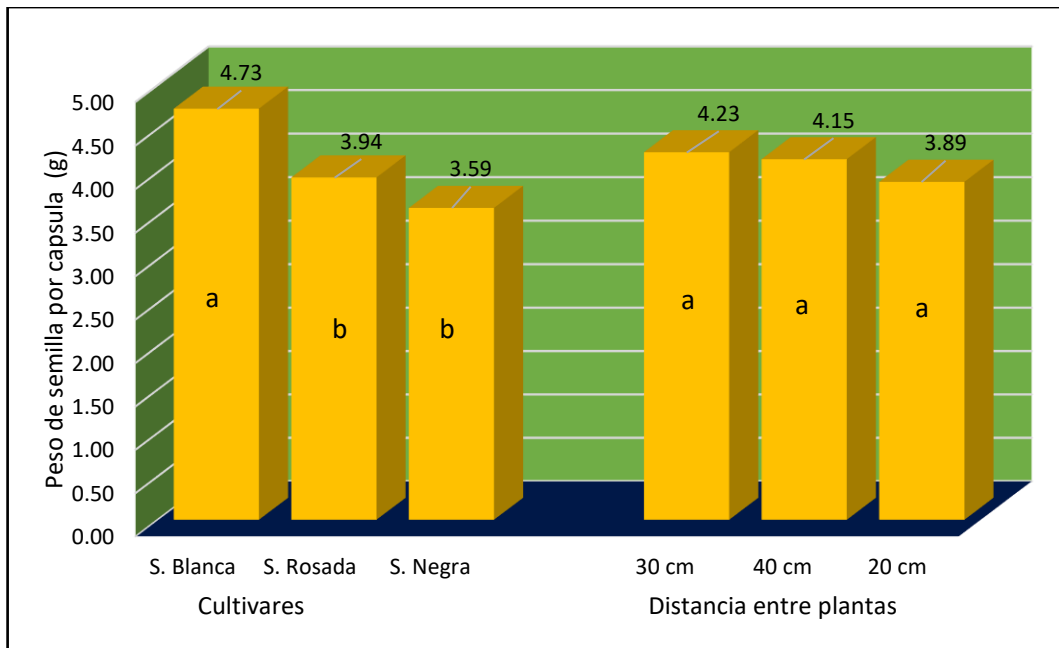
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.32	0.11	0.81	0.5015 ns
Cultivar (C)	2	8.21	4.11	30.91	<0.0001 **
Distancia (D)	2	0.73	0.37	2.76	0.0832 ns
Inter (C x D)	4	1.12	0.28	2.11	0.1108 ns
Error	24	3.19	0.13		
Total	35	13.58			

C.V. = 8.21 %

El rendimiento del grano de ajonjolí depende en gran medida del peso de las semillas por cápsula. El mayor impacto de la agricultura es altamente estadísticamente significativo, como se muestra en la Tabla 3.7 del ANOVA. Un valor exacto del coeficiente de varianza.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de semilla por capsula de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.6 muestra bajo la prueba de Tukey del efecto principal, el cultivar de semilla blanca como la de mayor peso de semilla por cápsula con un valor de 4.73 g superando estadísticamente a los demás cultivares. En lo referente a la distancia de siembra no existe diferencia estadística, pero numéricamente el mayor peso se da a la siembra de 30 cm.

Ávila y Graterol (2005), reporta en su trabajo épocas de siembra y distancia entre hileras, valores del peso de semilla por capsula de 3.68 a 4.80 g estos valores obtenidos en experimentos sembrados a 0.60 m entre hileras y a 0.30 entre plantas. Los resultados obtenidos en el presente coinciden con los valores obtenidos.

3.2.7. *Peso de semilla por planta*

Tabla 3.8

Análisis de variancia del peso de semilla por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

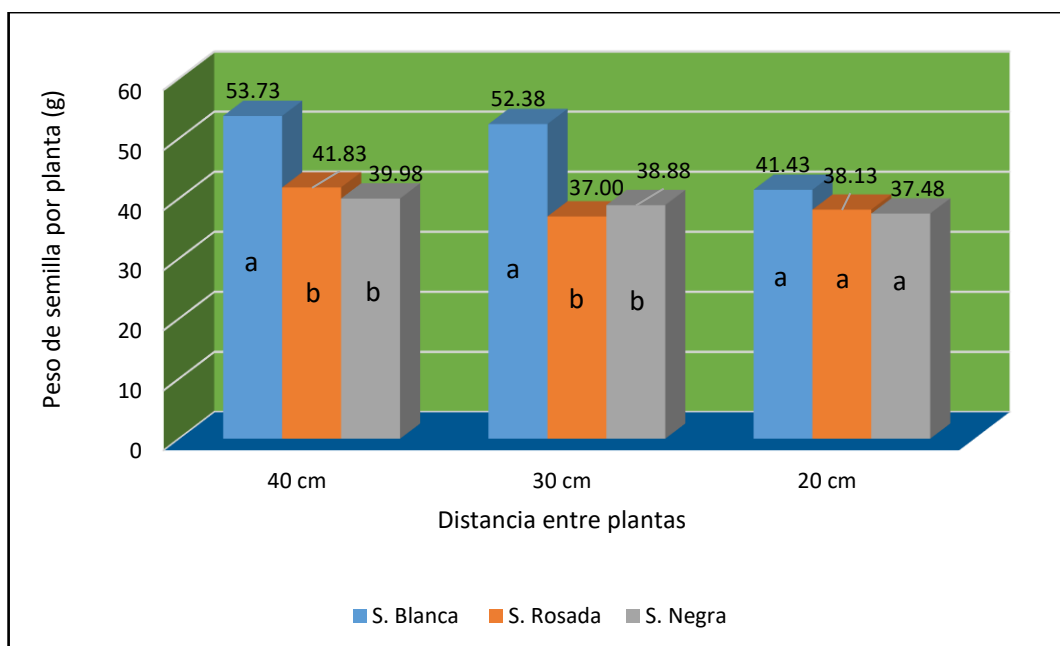
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	5.70	1.90	0.29	0.8321 ns
Cultivar (C)	2	848.29	424.15	64.82	<0.0001 **
Distancia (D)	2	231.63	115.82	17.70	<0.0001 **
Inter (C x D)	4	195.93	48.98	7.49	0.0005 **
Error	24	157.04	6.54		
Total	35	1438.60			

C.V. = 6.05 %

La tabla 3.8 del ANVA, los datos revelan el peso promedio de semillas por planta, con una significación estadística sorprendente en los impactos primarios de los cultivares y la distancia de siembra, así como en la interacción que requiere la investigación de los efectos simples de estos dos factores. La precisión del experimento está respaldada por el coeficiente de variación.

Figura 3.7

Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de semilla por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.7 de la prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción del peso de semilla por planta, donde el cultivar de semilla blanca en la distancia de siembra a 40 cm supera estadísticamente a los demás cultivares, la mismo cultivar a la distancia de siembra de 30 cm muestra superioridad en la variable en estudio; este cultivar reporta valores de 53.73 y 52.38 g respectivamente.

3.2.8. *Peso de 1000 semillas*

Tabla 3.9

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

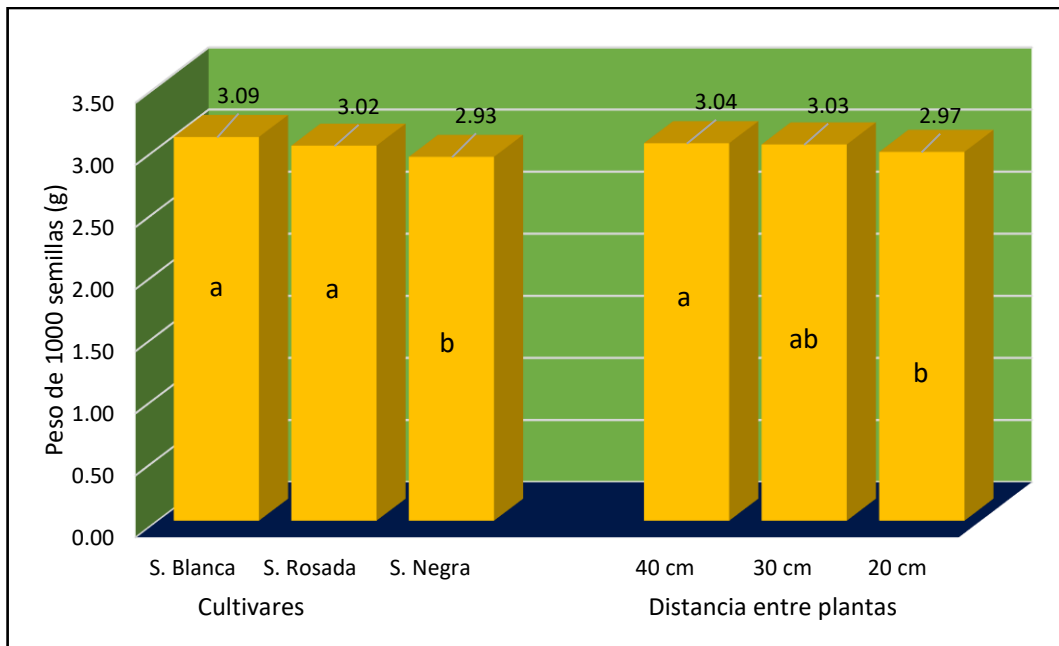
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.02	0.01	1.44	0.2564 ns
Cultivar (C)	2	0.15	0.07	15.72	<0.0001 **
Distancia (D)	2	0.04	0.02	4.35	0.0245 *
Inter (C x D)	4	0.03	0.01	1.66	0.1923 ns
Error	24	0.11	0.0047		
Total	35	0.35			

C.V. = 2.27 %

Para la comercialización del ajonjolí, el peso de 1000 semillas es un componente crucial. En la tabla 3.9 del ANOVA de la variable dependiente, podemos ver que existe una diferencia estadísticamente significativa en los principales impactos de la distancia de crecimiento y entre plantas. Podemos tener fe en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es una métrica precisa.

Figura 3.8

Prueba de Tukey del efecto principal del peso de 1000 semillas de ajonjolí en los diferentes cultivares y las distancias de plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.8 indica bajo la prueba de Tukey del peso de 1000 semillas, el cultivar de semilla blanca y rosada como los de mayor peso con valores de 3.09 y 3.02 g respectivamente. En lo referente a la siembra entre distancia entre plantas la de 40 y 30 cm tienen los más altos pesos de 1000 semillas obteniendo valores de 3.04 y 3.03 respectivamente.

El análisis estadístico del peso de 1000 semillas no mostró diferencias significativas en los factores de estudio ni en sus interacciones. Zapata y Orozco (1991) señalan que este rasgo, que varía de 2.2 a 3.7 gramos por cultivar, está determinado genéticamente en el cultivo de ajonjolí.

Estos resultados son corroborados por (Laurentin, 2017), quien menciona que el peso de 1000 semillas considerada como grande pesan 3 gramos. El peso de 1000 semillas obtenida en la localidad de Pichari se encuentra entre estos valores.

3.2.9. Rendimiento de grano de ajonjolí

Tabla 3.10

Análisis de variancia del rendimiento de semilla de ajonjolí en los diferentes cultivares y distancias entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

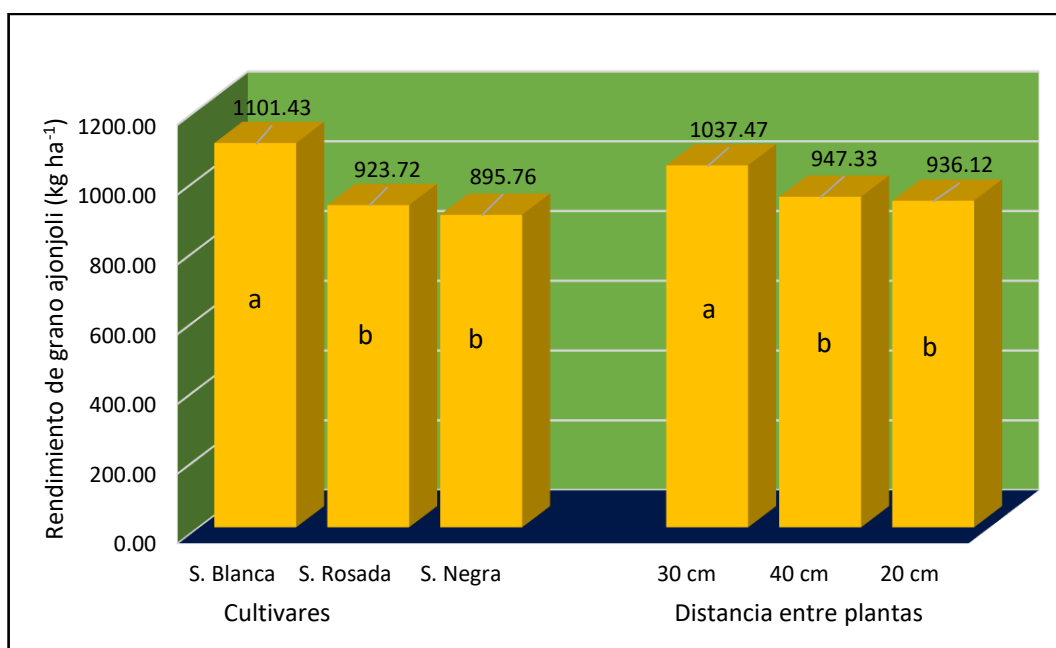
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	9199.31	3066.44	0.96	0.4282 ns
Cultivar (C)	2	298668.35	149334.18	46.69	<0.0001 **
Distancia (D)	2	74091.88	37045.94	11.58	0.0003 **
Inter (C x D)	4	28138.22	7034.56	2.20	0.0994 ns
Error	24	76756.78	3198.30		
Total	35	486854.54			

C.V. = 5.81 %

El factor más crucial en la producción de cultivos es el rendimiento. La Tabla 3.10 del ANOVA muestra que los principales impactos de los cultivares y el espaciamiento de siembra son altamente significativos estadísticamente, lo que permite una investigación independiente de los elementos en estudio. Podemos tener fe en los hallazgos del experimento ya que el coeficiente de varianza muestra que estuvo bien diseñado.

Figura 3.9

Prueba de Tukey del efecto principal del rendimiento de grano de ajonjolí en los diferentes cultivares y las distancias de plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.9 de la prueba de Tukey muestra el rendimiento de semilla del ajonjolí, donde el cultivar de semilla blanca con un rendimiento de 1101.43 kg ha⁻¹ supera estadísticamente a los cultivares de semilla rosada y negra. En la distancia de siembra la de 30 cm es superior a las distancias de 40 y 20 cm con un valor de 1037.47 kg ha⁻¹, pero este valor es en promedio del rendimiento de los cultivares. El rendimiento está afectado por el ambiente y el genotipo, al plantearse un diseño experimental, este tiene como objetivo minimizar el efecto del ambiente.

El impacto de las variables genéticas y ambientales, así como la interacción entre ambas, incluido, en el caso de esta última, el manejo agronómico humano, determina el rendimiento (Poehlman, 1976). Trabajos llevados a cabo en Nicaragua por Vargas y blanco (2002) menciona a la competencia entre planta y planta en las diferentes distancias evaluadas de 120,979 y 99,630 plantas ha⁻¹ y con adición de 60 kg de N ha⁻¹ obtiene rendimiento de 925 a 1185 kg ha⁻¹. Estos resultados coinciden con el presente trabajo de investigación.

Bardales (1998), presenta los resultados de un experimento con ocho variedades diferentes de sésamo. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de Pucallpa del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de enero a mayo de 2018 y tuvo como objetivo identificar las variedades de ajonjolí más adecuadas para el tipo de suelo que se encuentra en los Ultisoles de Pucallpa. El experimento con la finalidad de probar la rusticidad de las variedades donde no se dispuso de ninguna fertilización, se confirmó como la mejor variedad a Ucayali INIA 95-2, que rindió 849 kg ha⁻¹ de grano seco. Las variedades evaluadas en Pichari superan este rendimiento debido a que se utilizó fertilización.

3.3. Mérito económico de los tratamientos

Los gastos de producción de una hectárea de siembra de los cultivares de semillas blanca, negra y rosada se utilizan para determinar el valor económico de los tratamientos. La diferencia encontrada se da por el rendimiento de la semilla del ajonjolí.

Tabla 3.11

Merito económico de los tratamientos en base al costo de producción, rendimiento y el precio del ajonjolí. Pichari 614 msnm

Tratamiento de cultivares (distancia golpe)	Costo Prod	Rdto kg ha-1	Precio S/ por kg	Venta en S/	Utilidad bruta	Renta %
Sem. negra (20 cm)	3842.0	842.8	9.0	7585.20	3743.20	97.4%
Sem. negra (30 cm)	3842.0	946.8	9.0	8521.02	4679.02	121.8%
Sem. negra (40 cm)	3842.0	897.7	9.0	8079.30	4237.30	110.3%
Sem. rosada (20 cm)	3842.0	888.1	9.0	7992.45	4150.45	108.0%
Sem. rosada (30 cm)	3842.0	961.1	9.0	8649.72	4807.72	125.1%
Sem. rosada (40 cm)	3842.0	922.0	9.0	8298.27	4456.27	116.0%
Sem. blanca (20 cm)	3842.0	1077.5	9.0	9697.50	5855.50	152.4%
Sem. blanca (30 cm)	3842.0	1204.6	9.0	10840.95	6998.95	182.2%
Sem. blanca (40 cm)	3842.0	1022.3	9.0	9200.25	5358.25	139.5%

La tabla 3.11 muestran los méritos económicos de los tratamientos, donde el cultivar de semilla blanca sembrado a 30 cm entre planta es la que tiene mayor utilidad bruta y mayor rentabilidad, llegando a un valor de 6998.95 nuevos soles y a 182.2 % respectivamente. Con el cultivar de semilla blanca se obtienen los mejores valores de rentabilidad. Los gastos básicos para adquirir la tierra, la mano de obra, el capital y la gestión administrativa necesarios para fabricar un producto se conocen como costos de producción. Utilizando dosis de humus de lombriz de tierra en la producción de ajonjolí, estudios experimentales en el área de San Martín revelan una relación costo-beneficio de 7.7 y un beneficio neto de 5644.73 nuevos soles cuando se aplican 2.0 t ha⁻¹ de humus (Machari & Adolfo, 2008).

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la semilla negra tuvo mayor precocidad a cuanto a la madurez fisiológica con 87 dds y una madurez de cosecha de 96 dds después de la siembra; finalmente la semilla blanca y rosada tuvo una precocidad intermedia de madurez fisiológica de 91 dds y una madurez de cosecha de 108 dds después de la siembra. Se determinó que la semilla blanca tuvo mayor rendimiento con 1101.43 kg ha-1 supera estadísticamente a los demás cultivares, la semilla rosada tuvo un rendimiento intermedio con 923.72 kg ha-1; y finalmente la semilla negra tuvo menor rendimiento con 895.76 kg ha-1; en la distancia de siembra el de 30 cm es superior a las distancias de 40 y 20 cm con un valor de 1037.47 kg ha-1 en cualquier cultivar.
2. El rendimiento también se determina por lo siguiente en cuanto al número de hojas y altura de planta, el cultivar de semilla negra es el mayor número con 164 hojas, en la altura de planta el cultivar de semilla blanca sembrada a 40 cm alcanza 168.8 cm; en la variable del número de capsula por planta el cultivar de semilla blanca muestra un valor de 121.2 capsulas al sembrarse a 40 cm entre plantas; en el número de ramas por planta es el mismo cultivar que muestra 2.5 ramas en promedio del distanciamiento de siembra; el cultivar de semilla blanca como la de mayor diámetro de tallo con un valor de 1.73 cm, también en el mismo cultivar se tiene el mayor peso de semilla por capsula con un valor de 4.73 g; el cultivar de semilla blanca tiene el mayor peso de semilla por planta con un valor 53.73 g al sembrarse a un distanciamiento entre planta de 40 cm, el mismo cultivar y la cultivar de semilla rosada tienen el mayor peso de 1000 semillas con valores de 3.02 g en cualquier densidad de siembra.
3. El mayor mérito económico se alcanza con el cultivar de semilla blanca sembrado a 30 cm entre planta mostrando una mayor utilidad bruta y mayor rentabilidad, llegando a un valor de 6998.95 nuevos soles y a 182.2 % respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Para las localidades similares a Pichari se recomienda la siembra del cultivar de semilla blanca a un distanciamiento entre plantas de 30 cm que muestra una alta rentabilidad. También la siembra se puede utilizar la densidad de 40 cm para incrementar la calidad de la semilla.
2. La semilla del ajonjolí al ser un cultivar que se auto fecunda, la identidad genética está asegurada y se debe tratar de mantener la pureza varietal en el campo y la pureza de la semilla libre de malezas tratando de evitar mezcla con otros cultivares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultura (IICA), I. I. de C. para la, & Ramakrishna, B. (1990). *VI Curso corto: Tecnología de la producción de ajonjolí*. <https://hdl.handle.net/11324/8811>
- Aguirre, A. J. (1963). *Suelos, Abonos y Enmiendas*. Dossat. S.A.
- Ávila, J. M., & Graterol, Y. E. (2005). Efecto de la época de siembra, distancia entre hileras y fertilización sobre el crecimiento y producción del ajonjolí (*Sesamum indicum L.*). *Bioagro*, 17(1), 35-40.
- Bardales Pezo, N. A. (1998). *Evaluación y selección de ocho variedades de ajonjolí (Sesamun indicum L.) para elevar el rendimiento por hectárea en un entisol de Pucallpa*. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/1693>
- Buckman, H. O., & Brady, N. C. (with Brady, N. C.). (1991). *Naturaleza y propiedades de los suelos Texto de edafología para enseñanza (4a. reimp.)*. Limusa.
- Colque Tancara, V. (2006). *Determinacion de epocas optimas de la siembra de cuatro variedades de sesamo (Sesamum indicum L.) en la provincia Ballivian del departamento de Beni* [Thesis]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12256>
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press.
- Cruz Duran, I. (2021). *Producción de Semilla de Ajonjolí (Sesamum indicum L.) en la Región Sureste del Estado de Coahuila*. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Cruz Hernandez, E. (2003). *UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA*. 73.
- Curaca Nieto, Y. A. (2013). *Diagnóstico de la cadena productiva y comercial del Ajonjolí (Sesamum indicum L.) en el valle del Río Apurímac y Ene—VRAE*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2035>
- Hernández Vázquez, I. (1998). *Comportamiento de cuatro variedades de ajonjolí (sesamum indicum l.) en tres localidades del estado de Jalisco*. <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/108>
- Laurentin, H. (2017, abril 1). El cultivo del ajonjolí: Consideraciones generales y agronómicas. *Universidad Agrícola*. <https://universidadagricola.com/el-cultivo-del-ajonjoli-consideraciones-generales-y-agronomicas/>
- Machari, D., & Adolfo, G. (2008). *Rendimiento del ajonjoli (Sesamum Indicum l.) con dosis de Humus de lombriz en el fundo Miraflores Banda de Shilcayo-San Martin-*

Perú. <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/041db2cf-b197-4438-af27-d8c7a371fea6>

- Pérez Bolaños, J. D. J., & Salcedo-Mendoza, J. G. (2018). Componentes del rendimiento en cultivares de ajonjolí *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae), en el departamento de Sucre (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(2), 263-276. https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:660
- Pineda Coronado, M. R. (2009). *Respuesta del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L, Pedaliaceae) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Pared y Buena Vista, La Gomera, Escuintla, Guatemala—Universidad Rafael Landívar*. https://crailandivarlibrary.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay/alma990001682720107696/502URL_INST:502URL
- Poehlman, J. M. (1976). *Mejoramiento Genético de las cosechas*. Limusa.
- Robles Sanchez, R. (1991). *Producción de Oleaginosas y Textiles*. Editorial Limusa.
- Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1982). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. UTEHA.
- Uriarte, E. A., & Tapia Oporta, H. de J. (1997). *Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.) Var. Mexicana* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1645/>
- Vaca Moran, F., VASQUEZ GALAN, J., VASQUEZ GRANDA, V., & VASQUEZ GUILLEN, J. (2001). *CLASE DE MANEJO DE AGROQUIMICOS*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/11e3b6cc-6c9b-4d32-a609-19d7d5d3e1f7/content>
- Vargas Téllez, Y. R., & Blanco Hernández, F. P. (2002). *Efecto de densidad poblacional de plantas y fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y rendimiento de cultivo de ajonjolí (Sesamun indicum L.) variedad INTA Aj-2000* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1889/>

ANEXOS

Anexo 1. Datos de la evaluación del experimento en ajonjolí. Pichari 614 msnm

Numero de hojas

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	131.1	158.6	142.5	145.8	161.6	141.8	153.6	168.6	145.7
II	147.6	146.4	135.8	146.4	162.2	147.2	165.2	163.7	148.6
III	146.8	144.4	144.8	145.8	165.8	143.7	159.2	162.5	142.6
IV	141.8	144.2	148.6	142.4	155.4	142.6	156.2	163.0	145.8
Promedio	141.825	148.4	142.925	145.1	161.25	143.825	158.55	164.45	145.675

Altura de planta UNIDAD cm

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	159.4	162.3	154.8	163.6	159.8	168.8	170.3	162.6	158.3
II	165.4	158.3	162.6	152.6	154.6	162.3	168.5	152.6	152.6
III	156.5	157.6	158.6	166.8	148.9	160.3	167.8	153.6	150.3
IV	168.5	150.8	168.3	152.6	152.3	164.3	168.8	154.8	162.6
Promedio	162.45	157.25	161.075	158.9	153.9	163.925	168.85	155.9	155.95

N capsulas planta

Numero de capsulas por planta

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	103.4	68.0	98.4	113.0	65.1	99.7	122.9	70.5	107.8
II	103.8	70.6	95.7	109.0	67.6	98.8	117.9	72.6	108.1
III	103.8	72.8	96.5	112.2	67.9	95.8	123.3	67.4	112.6
IV	107.0	72.1	98.8	111.5	73.9	98.5	120.7	76.4	111.2
Promedio	104.5	70.87	97.37	111.425	68.63	98.195	121.21	71.73	109.945

N ramas por planta

Número de ramas por planta

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	2.4	2.0	2.4	2.2	2.2	2.3	3.0	2.4	2.6
II	2.4	1.5	2.2	2.6	1.8	2.1	2.5	2.2	2.2
III	2.2	1.8	2.1	2.5	1.9	2.1	2.6	2.3	2.8
IV	2.4	1.3	2.3	2.8	2.1	2.8	2.6	2.2	2.8
pROMEDIO	2.4	1.7	2.3	2.5	2.0	2.3	2.7	2.3	2.6

Diámetro tallo

En cm

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	1.6	1.3	1.5	1.8	1.4	1.5	1.8	1.6	1.8
II	1.8	1.4	1.6	1.8	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6
III	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.9	1.3	1.6
IV	1.7	1.5	1.5	1.7	1.5	1.6	1.8	1.6	1.7
Promedio	1.6775	1.445	1.525	1.7025	1.4875	1.57	1.74775	1.52	1.675

Peso semilla /10 capsula

Peso de semillas por capsula

son 10 capsulas

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	4.1	2.5	4.1	5.2	3.8	3.8	4.8	3.7	3.9
II	4.1	3.2	3.5	5.2	3.5	4.6	4.8	3.8	3.5
III	4.5	3.8	4.2	5.4	3.8	3.8	4.9	3.6	4.1
IV	4.3	4.2	4.2	4.8	3.4	3.4	4.7	3.8	4.2
Promedio	4.2	3.4	4.0	5.1	3.6	3.9	4.8	3.7	3.9

peso de semilla por planta esta en gramos

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	40.7	35.9	38.9	52.2	39.6	36.9	48.4	40.2	46.3
II	41.0	38.6	36.5	52.0	37.2	38.6	54.8	39.8	38.9
III	40.9	39.8	36.8	53.7	39.8	32.3	52.8	41.2	42.6
IV	43.1	35.6	40.3	51.6	38.9	40.2	58.9	38.7	39.5
Promedio	41.4	37.5	38.1	52.4	38.9	37.0	53.7	40.0	41.8

peso de biomasa en gramos?

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	101.7	75.6	98.6	135.5	60.0	99.6	125.6	90.9	99.8
II	101.3	60.2	97.6	139.1	68.5	98.6	124.3	83.9	95.6
III	101.0	64.8	102.3	135.9	75.8	95.7	111.6	91.5	97.5
IV	99.1	70.8	95.8	145.3	70.9	96.3	112.3	92.0	98.6
Promedio	100.8	67.9	98.6	138.9	68.8	97.6	118.5	89.5	97.9

Peso de 1000 semillas en gramos

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	2.875	2.878	3.085	3.256	2.982	3.065	3.152	2.987	3.085
II	3.078	2.856	2.954	3.125	2.856	2.948	3.023	2.878	3.058
III	3.058	2.987	2.925	3.085	2.896	2.947	3.147	2.958	3.145
IV	2.947	2.923	3.025	3.147	2.987	3.065	3.147	2.978	2.958
Promedio	2.9895	2.911	2.99725	3.15325	2.93025	3.00625	3.11725	2.95025	3.0615

Rendimiento de grano de ajonjolí kg/ha

Densidad	20			30			40		
Cul. Semilla	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado	Blanco	Negro	Rosado
I	1087.9	856.8	856.9	1256.8	925.8	986.6	987.8	897.6	897.6
II	1085.6	878.9	842.6	1189.9	875.8	875.6	987.6	956.8	887.9
III	1150.8	789.8	895.8	1125.7	987.9	1025.8	987.8	823.6	945.8
IV	985.7	845.7	956.9	1245.8	997.6	956.3	1125.8	912.8	956.8
Promedio	1077.5	842.8	888.05	1204.6	946.775	961.075	1022.25	897.7	922.0

Anexo 2. Costo de producción por hectárea

CULTIVO : Ajonjolí
 Rendimiento Promedio (Kg) : 1000

JORNAL : S/ 50.00
 LUGAR : Pichari
 ALTITUD : 550 msnm 4207

DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	CANT	PRECIO UNIT	SUB TOTAL	VALOR TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					S/ 3,237.00
A. MANO DE OBRA					S/ 1310.00
1.Preparación de terreno					
Arado	Maq	4	60	240.00	
Rastra	Maq	2	60	120.00	
2. siembra					
Siembra manual	Jornal	5	50	250.00	
3.labores culturales					
Deshierbo	Jornal	10	50	500.00	
Primer y segundo abonamiento	Jornal	2	50	100.00	
4.Cosecha					
Corte y siega	Jornal	2	50	100.00	
B. INSUMOS					s/. 1,260.00
1.Semillas					
Compra de semillas	Kg	1	30	30.00	
2. Fertilización					
Urea	Saco	4	120	480.00	
Cloruro de potasio	Saco	3	140	420.00	
Fosfato diamónico	Saco	3	110	330.00	
C.TRANSPORTE Y OTROS					s/. 225.00
Transporte de insumos	Global	1	150.00	150.00	
Costales	Unid	25	3.00	75.00	
II. COSTOS INDIRECTOS					s/. 442.0
Asistencia técnica 5% C.D.					170.00
Gastos Administrativos 3% C.D.					102.00
Imprevistos 5% C.D.					170.00
TOTAL, DE COSTO DE PROCUCCION					S/ 3,237.00

Anexo 3. Panel fotográfico



Foto 1. Preparación del terreno (arado)



Foto 2. Limpieza del terreno



Foto 3. Demarcación y estacado.



Foto 4. Siembra



Foto 5. Desahije



Foto 6. Fertilización



Foto 7. Control de malezas



Foto 8. Control de plagas y enfermedades



Foto 9. Cosecha



Foto 10. Número de hojas por planta



Foto 11. Altura de planta



Foto 12. Numero de capsulas por planta



Foto 13. Numero de ramas por planta



Foto 14. Diámetro de tallo



Foto 15. Peso de semilla por cápsula



Foto 16. Peso de semilla por planta



Foto 17. Secado de parvas



Foto 18. Secado de muestras

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. KELLY MAYLY BELLIDO RAMIREZ**R.D. N° 368-2024-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veinticuatro días del mes de febrero del año dos mil veinticinco, siendo las dieciséis horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, Ing. Eduardo Robles García como asesor, Dr. Rolando Bautista Gómez y Mg. Susana Sabina Paco Espino; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Distancias de siembra en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pichari, Cusco 614 msnm**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agroforestal presentado por la Bachiller **KELLY MAYLY BELLIDO RAMIREZ**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	15	14	15
Ing. Eduardo Robles García	16	16	16	16
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	14	14	14
Mg. Susana Sabina Paco Espino	16	16	16	16
PROMEDIO GENERAL				15

OBSERVACION: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el titulo del trabajo de investigación debe ser: **Distancia de siembra entre plantas en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pichari 614 msnm - Cusco**

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Presidente

Ing. Eduardo Robles García
Asesor

Dr. Rolando Bautista Gómez
Jurado

Mg. Susana Sabina Paco Espino
Jurado

Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Distancia de siembra entre plantas en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pichari 614 msnm - Cusco

Autor : Kelly Mayly BELLIDO RAMIREZ
Asesor : Eduardo ROBLES GARCÍA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **diecisiete (17 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2620691063

Ayacucho, 20 de marzo de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Galvez Gástelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajos de investigación

Distancia de siembra entre plantas en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pichari 614 msnm - Cusco

por Kelly Mayly BELLIDO RAMIREZ

Fecha de entrega: 20-mar-2025 10:31p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2620691063

Nombre del archivo: TESIS_KELLY_MAYLY_BELLIDO_RAMIREZ.docx (9.97M)

Total de palabras: 13361

Total de caracteres: 66423

Distancia de siembra entre plantas en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pichari 614 msnm - Cusco

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	1%
4	www.sinavimo.gov.ar Fuente de Internet	1%
5	www.inforural.com.mx Fuente de Internet	1%
6	biblio3.url.edu.gt Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1%
8	www.herbolarioplantaviva.com Fuente de Internet	<1%

9

oldri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1 %

10

bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

11

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Distancia de siembra entre plantas en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pichari 614 msnm - Cusco

Planting distance between plants in three sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.). Pichari 614 masl - Cusco

Kelly Mayly Bellido Ramirez¹,
kelly.bellido.28@unsch.edu.pe

Eduardo Robles García²
eduardo.robles@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Poblado de Pichari Colonos, del distrito de Pichari, provincia de La Convención, departamento Cusco; con el objetivo de determinar el efecto de la precocidad y rendimiento de tres distancias de siembra en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la localidad de Pichari. Se utilizó el Diseño Bloque Completo al Azar con arreglo factorial de 3C x 3D con 4 repeticiones. Por los resultados se evaluaron variables de precocidad y rendimiento, se determinó que la semilla negra tuvo mayor precocidad a la madurez fisiológica con 87 días después de la siembra (dds) y una madurez de cosecha de 96 dds; finalmente la semilla blanca y rosada tuvo una precocidad intermedia de madurez fisiológica de 91 dds, y una madurez de cosecha de 108 dds. Se determinó que la semilla blanca tuvo mayor rendimiento con 1 101.43 kg ha⁻¹ este resultado supera estadísticamente a las demás cultivares, la semilla rosada tuvo un rendimiento intermedio con 923.72 kg ha⁻¹; y finalmente la semilla negra tuvo menor rendimiento con 895.76 kg ha⁻¹; la distancia de 30 cm de siembra fue superior a las distancias de 40 cm y 20 cm de siembra, con un valor de 1 037.47 kg ha⁻¹ en cualquier cultivar. El rendimiento se determinó el número de hojas y la altura de la planta, el cultivar de semilla negra es el mayor número con 164 hojas, en la altura de la planta el cultivar de semilla blanca sembrada a 0.40 cm alcanza 168.8 cm; en la variable del número de capsula por planta el cultivar de semilla blanca muestra un valor de 121.2 capsulas al sembrarse a 0.40 cm entre plantas; en el número de ramas por planta es el mismo cultivar que muestra 2.5 ramas en promedio del distanciamiento de siembra; el cultivar de semilla blanca como la de mayor diámetro de tallo con un valor de 1.73 cm, también en el mismo cultivar se tiene el mayor peso de semilla por capsula con un valor de 4.73 g; el cultivar de semilla blanca tiene el mayor peso de semilla por planta con un valor 53.73 g, al sembrarse a un distanciamiento entre planta de 40 cm, el mismo cultivar y el cultivar de semilla rosada tienen el mayor peso de 1 000 semillas con valores de 3.02 g, en cualquier densidad de siembra. El mayor mérito económico se alcanza con el cultivar de semilla blanca sembrado a 30 cm entre planta mostrando una mayor utilidad bruta y mayor rentabilidad, llegando a un valor de S/ 6 998.95 soles y a 182.2 % respectivamente.

Palabras clave: Cultivar, distancia de plantas y Ajonjolí.

ABSTRACT

The research work was carried out in the Pichari Colonos Population Center, in the district of Pichari, province of La Convencion, department of Cusco; with the objective of determining the effect of earliness and yield of three planting distances in three sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.) in the town of Pichari. The Randomized Complete Block Design was used with a 3C x 3D factorial arrangement with 4 repetitions. Based on the results, precocity and yield variables were evaluated, it was determined that the black seed had greater precocity to physiological maturity with 87 days after sowing (dds) and a harvest maturity of 96 dds; Finally, the white and pink seed had an intermediate precocity of physiological maturity of 91 dds, and a harvest maturity of 108 dds. It was determined that the white seed had the highest yield with 1,101.43 kg ha⁻¹, this result statistically exceeds the other cultivars, the pink seed had an intermediate yield with 923.72 kg ha⁻¹; and finally the black seed had a lower yield with 895.76 kg ha⁻¹; The 30 cm sowing distance was higher than the 40 cm and 20 cm sowing distances, with a value of 1 037.47 kg ha⁻¹ in any cultivar. The yield was determined by the number of leaves and the height of the plant, the black seed cultivar is the largest number with 164 leaves, in the plant height the white seed cultivar sown at 0.40 cm reaches 168.8 cm; In the variable of the number of capsules per plant, the white seed cultivar shows a value of 121.2 capsules when sown at 0.40 cm between plants; in the number of branches per plant it is the same cultivar that shows 2.5 branches on average of the planting distance; the white seed cultivar has the largest stem diameter with a value of 1.73 cm, also in the same cultivar it has the highest seed weight per capsule with a value of 4.73 g; The white seed cultivar has the highest seed weight per plant with a value of 53.73 g, when sown at a distance between plants of 40 cm, the same cultivar and the pink seed cultivar have the highest weight of 1,000 seeds with values of 3.02 g, at any planting density. The greatest economic merit is achieved with the white seed cultivar planted 30 cm between plants, showing greater gross profit and greater profitability, reaching a value of S/ 6,998.95 soles and 182.2% respectively.

Keywords: Cultivar, plant distance and Sesame.

I. INTRODUCCIÓN

El *Sesamum indicum* L., a menudo conocido como ajonjolí, es un cultivo que juega un papel importante en la elaboración de aceite comestible. Ahora se valora por su uso directo en confitería, margarinas (que son populares en los países donde se consumen por su agradable sabor y fácil digestión), productos farmacéuticos, jabones, cosméticos y pinturas. El subproducto (torta) que queda después de la extracción del aceite es bueno para los animales (ganado) y las aves. Se estima que el 40-50% de su peso es proteína. El pan, las galletas y los dulces se benefician del uso de semillas de ajonjolí. Esta especie se ha adaptado bien a muchos entornos diferentes y se ha convertido en muchos tipos diferentes a lo largo de los años. Aunque puede adaptarse a una variedad de condiciones, esta planta prospera en climas cálidos (26 a 30°C) con poca humedad. Por el contrario, las semillas de ajonjolí maduran y se cosechan cada 90 a 130 días. (Rosillo, 2019, p. 16)

El área cultivada en el Perú se ha incrementado desde 25 ha en 1966 hasta 150 ha. Posteriormente, en 1979, descendió a 26 ha en 1984; sin embargo, a partir de 1993, se impulsó su cultivo hasta alcanzar 300 ha 1995-1996. Durante la campaña anual, el valle del río Apurímac produjo más de 1000 ha y se convirtió en una zona nacional de producción de sésamo con una productividad promedio de 600 kg/ha. La producción disminuyó bruscamente en los años siguientes, con un promedio de solo 150 hectáreas. Como resultado, el área cultivada ha variado en los diferentes años, pero con una reducción significativa. (Curaca, 2013).

La distancia de siembra es un factor de gran importancia en el rendimiento del ajonjolí y del

uso adecuado de una variedad de semilla que garantice un buen rendimiento Curaca (2009), el ajonjolí es un cultivo que crece todos los años y tiene una fase vegetativa corta (de 80 a 130 días para diferentes cultivares). Se puede cultivar en el Valle del río Apurímac, Ene y Mantra en las tres estaciones.

El Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) es una hierba que se cultiva porque sus semillas son ricas en aceite. Sin embargo, los rendimientos de este grano son de escasa productividad los que se puede mejorar y elevar su rendimiento utilizando un adecuado manejo agronómico en la zona donde se condujo el trabajo de investigación. Dadas estas circunstancias, se sugirió el siguiente trabajo de acción para lograr los objetivos establecidos:

Objetivo general

Determinar el efecto de la precocidad y rendimiento de tres distancias de siembra en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la localidad de Pichari.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la precocidad.
2. Determinar el rendimiento de tres distancias de siembra en tres cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.)
3. Evaluar el mérito económico de los tratamientos en estudio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

El escenario del experimento fue el Centro Poblado Pichari Colonos en el departamento de Cusco, distrito de Pichari, Provincia La Convención. La provincia de Satipo en el departamento de Junín forma su frontera norte, mientras que el distrito de Kimbiri se encuentra

al sur. El distrito de Echarate se encuentra al este, y los distritos de Silvia y Llochegua en la provincia de Huanta del departamento de Ayacucho forman su frontera occidental. Del otro lado, el río Apurímac y el distrito Echarate por sus límites occidentales. El sitio del experimento se encuentra a una altura de 614 metros sobre el nivel del mar y las coordenadas son 12° 31'11" de Latitud Sur, 73° 49'43" de Longitud Oeste.

2.1.1. Ubicación política

Departamento : Cusco
Provincia : La Convención
Distrito : Pichari
Localidad : C.P. de Pichari Colonos

2.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas : 12° 31' 11" Latitud sur
Coordenadas : 73° 49' 43" Longitud Oeste
Altitud : 614 msnm.

2.2. Características edáficas del terreno experimental

Las características edáficas del suelo se tomaron en cuenta del análisis de suelo que se tomó a la zona en estudio: La parcela experimental en el cual se ejecutó la tesis tiene una clase textural franco arenoso, con un pH 6.94, conductividad eléctrica 0.17 y una concentración de 2.12 de materia orgánica; los elementos disponibles en mayor concentración que se analizaron fueron Fósforo 13.1 y Potasio 91.8; los nutrientes que son cationes cambiables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Al^{+3} , H^+) teniendo una capacidad de intercambio catiónico de 9.7.

2.3. Características climatológicas del lugar experimental

Los datos meteorológicos de 2023 fueron recopilados por la Estación Meteorológica de Pichari (DRAC), un observatorio climatológico que recopila información relacionada con el clima. El sitio experimental

está ubicado en el distrito de Picture y la provincia de La Convención en un clima tropical-subtropical. Las características climáticas únicas del área son el resultado de su ubicación entre la cordillera oriental de los Andes y la llanura amazónica, así como su potencial para bosques biodiversos y su actual producción agroindustrial de cultivos perennes. La temperatura máxima promedio durante el experimento fue de 35.1°C, temperatura mínima promedio alcanzando fue de 19.2°C. La precipitación total registrada anual fue de 858.4 mm y alta humedad relativa (90 a 95%). Características apropiadas para el cultivo del ajonjolí.

2.4. Variables

2.4.1. Variables independientes e indicadores

Distancia de siembra (D)

d1 = 20 cm entre plantas, 80 cm entre surcos

d2 = 30 cm entre plantas, 80 cm entre surcos

d3 = 40 cm entre plantas, 80 cm entre surcos

Fórmulas de abonamiento: N, P_2O_5 y K_2O en kg ha^{-1} (80-40-40)

Cultivares (C)

a1 = Cultivar de semilla blanca

a2 = Cultivar de semilla negro

a3 = cultivar de semilla rosado

2.4.2. Variables dependientes e indicadores

Para cada una de las variables dependientes se tomará en campo el registro de las siguientes características.

a) Variables de precocidad

Días al brotamiento (dds)

Estos datos se registraron cuando las semillas de ajonjolí brotaron fuera del suelo, a mayor del el 50 % de plántulas emergidas sobre la superficie del suelo.

Días a la floración (dds)

Estos datos se registraron cuando las plantas emitieron las flores, a mayor del 50 % de plántulas en estado de floración.

Días a la madurez fisiológica (dds)

Estos datos se evaluaron en dds a mayor del 50% cuando las plantas comenzaron a cambiar de color y los granos se encontraban en un estado semi duro.

Días a la cosecha (dds)

Se observó al momento en que las hojas y las cápsulas comenzaron a cambiar de color. Los datos fueron tomados en el momento de la ocurrencia, y también se tomaron en cuenta la uniformidad de cada una de las parcelas, estimando más del 50%.

b) Variables de rendimiento

Número de hojas por planta

Esta variable se registró a los diez días de la germinación y se realizará cada diez días hasta la emisión de las capsulas en las axilas de las hojas del tallo.

Altura de planta (AP)

Se registró los datos con la ayuda de una cinta métrica, se midió desde la base del cuello de la planta hasta el ápice, evaluación a plena floración (cm).

Numero de cápsulas por planta (NC)

Se registró los datos a la culminación de la floración, tomando una muestra de diez plantas por parcelas, cuyo conteo es numérico, con una estimación a mayor del 50% de la formación de capsulas de las plantas.

Número de ramas por tallo (NR)

Se registró los datos del número de ramas por tallo a la culminación de la emisión de las capsulas, este conteo fue numérico y se tomándose a mayor del 50% de formación de cápsulas de las plantas.

Diámetro del tallo (DT)

Se registró estos datos a la cosecha. Se tomaron al azar diez plantas representativas de cada parcela; se utilizó un calibrador y la medición se realizó en la base del tallo. La unidad de medida fue en centímetros (cm).

Peso de semillas por cápsula (PC)

Registrándose los datos del peso de semillas por cápsula. Se tomaron diez plantas representativas de cada parcela y se pesó diez cápsulas por planta, se utilizó una balanza calibrada para obtener el peso. La unidad de medida será en gramos.

Peso de semillas por planta (PS)

Se registró los datos del peso de semillas por planta. Se tomaron diez plantas representativas de cada parcela, se utilizará una balanza calibrada para obtener el peso. La unidad de medida será en gramos.

Peso de 1000 semillas

Se conto 1000 semillas y luego fueron pesadas en una balanza de precisión.

Rendimiento de grano

Después de la cosecha, trillado venteado y seleccionado se procedió a pesar la semilla de cada parcela.

Rentabilidad económica

Se realizará un cálculo para cada uno de los tratamientos en función de la dosificación: Rentabilidad = (Utilidad neta/Costo total) * 100.

2.5. Análisis estadístico

Con el fin de conocer el impacto de los parámetros en estudio sobre las diversas características de rendimiento, se realizó un análisis estadístico previo a la cosecha mediante el Análisis de Varianza y la Prueba de Contraste de Tukey (0,05). La disposición factorial 3Cx 3D con 4 repeticiones se utilizó en el diseño experimental de Diseño de Bloques Completos Aleatorizados.

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico fue el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \tau_i + \delta_k + \tau\delta(ik) + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Media de la población.

β_j = Efecto del bloque.

τ_i = Efecto de la distancia de siembra (por golpe).

δk = Efecto de la influencia de los cultivares.

$\tau \delta(ik)$ = Interacción de la distancia de siembra x cultivares en uso.

E_{ijk} = Efecto del error experimental.

2.6. Factores en estudio

2.6.1. Cultivares en estudio

a1 : Cultivar de semilla Blanca

a2 : Cultivar de semilla negra

a3 : Cultivar de semilla rosada

2.6.2. Distanciamiento entre golpes

d1 : 20 cm

d2 : 30 cm

d3 : 40 cm

El distanciamiento entre golpes (plantas) se realizó luego de la germinación de las semillas, es decir cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 20 cm, es en este momento que se realizó el deshije de plantas en las tres distancias propuestas, cuya labor agronómica fue en forma manual.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

Tabla 3.1

Variables de precocidad de tres cultivares de ajonjolí en tres distancias por golpe. Pichari 614 msnm

Tratamientos de tres cultivares (distancia golpe)	Emergencia	Elongación Tallo	Plena floración	Plena Formación capsulas	Madurez fisiológica	Madurez cosecha
Sem. blanca (20 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. blanca (30 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. blanca (40 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. negra (20 cm)	3	11	38	48	87	96
Sem. negra (30 cm)	3	11	38	48	87	96
Sem. negra (40 cm)	3	11	38	48	87	96
Sem. rosada (20 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. rosada (30 cm)	4	15	47	57	91	108
Sem. rosada (40 cm)	4	15	47	57	91	108

Para evaluar esta variable se utilizó el número de días posteriores a la siembra (nnds) en un determinado estado fenológico del cultivo. Se

utilizó la estadística descriptiva del rango, en vista que no existe una transición definida entre los diferentes estados fenológicos. En una misma planta de un cultivar pueden encontrarse en floración y otras recién en un inicio, pero se nota una gran precocidad en el cultivar de semilla negra.

En la tabla 3.1 se observan los estados fenológicos de ocurrencia en dds en los cultivares que se diferencia por el color de semilla, se nota claramente que los cultivares muestran una alta precocidad, los cultivares de semilla blanca y rosada son relativamente un poco tardías llegando a la madurez fisiológica de la semilla a los 91 dds; la semilla negra es más precoz en cuanto a la madurez fisiológica de la semilla a los 87 dds. Esta precocidad está dada por las elevadas temperaturas registrándose en promedio 26.5 °C.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. Número de hojas por planta

Tabla 3.2

Análisis de variancia del número de hojas por planta en diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

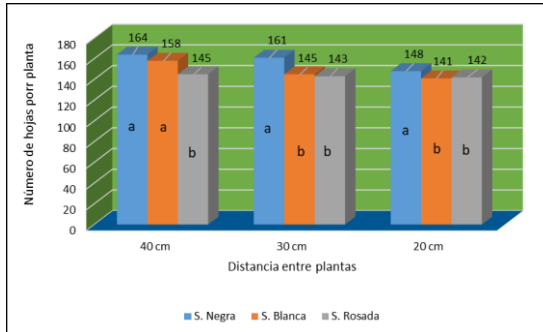
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	31.94	10.65	0.45	0.7202 ns
Cultivar (C)	2	1211.78	605.89	25.56	<0.0001 **
Distancia (D)	2	841.83	420.92	17.76	<0.0001 **
Inter (C x D)	4	379.65	94.91	4.00	0.0126 *
Error	24	568.84	23.70		
Total	35	3034.04			

C.V. = 3.24 %

La tabla 3.2 del ANVA, dentro de los impactos primarios del crecimiento y la distancia de siembra, existe una fuerte significación estadística. Adicionalmente, dentro del efecto de interacción sobre el número de hojas por planta, existe significación estadística. Debido a este hallazgo, podemos examinar los impactos elementales de las interacciones. Un coeficiente de varianza bajo indica que el experimento estuvo bien diseñado.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos simples del número de hojas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



Bajo la prueba de contraste de Tukey en la figura 3.1, se observa los efectos simples de la interacción del cultivar en cada distancia de siembra, donde la cultivar de semilla negra tiene el mayor número de hojas, también se puede observar casi similitud en el número de hojas a 40 cm y a 30 cm de distancia de siembra en el cultivar mencionado.

La capacidad fotosintética del ajonjolí está dado por el número de hojas, pero muchas veces existe una relación inversa con el rendimiento. (Hernández Vázquez, 1998), las hojas, según su descripción, son opuestas y alternas; las inferiores suelen tener un aspecto encorvado y están divididas a lo largo del medio, mientras que las superiores son enteras y lanceoladas. A medida que las plantas se acercan a su etapa de madurez, las hojas más bajas caen primero, creando una cicatriz notable; las cápsulas se colocan por encima de esta cicatriz. El número de hojas en todo el periodo vegetativo es de unos 120 a 150 este número coincide con el número reportado en el presente experimento.

3.2.2. Altura de planta

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la altura de planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

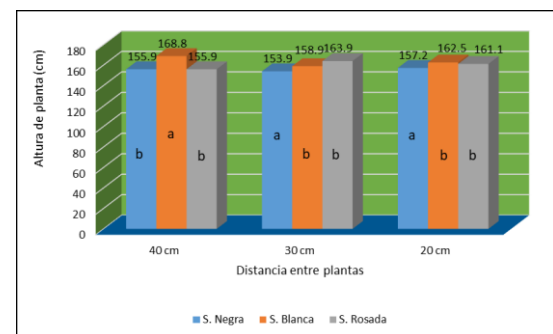
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	98.50	32.83	1.35	0.2826 ns
Cultivar (C)	2	362.09	181.04	7.43	0.0031 **
Distancia (D)	2	14.31	7.16	0.29	0.7481 ns
Inter (C x D)	4	342.48	85.62	3.51	0.0215 *
Error	24	584.80	24.37		
Total	35	1402.18			

C.V. = 3.09 %

La tabla 3.3 del ANVA, existe un fuerte apoyo estadístico para el impacto primario del cultivo y los efectos de interacción en la altura de la planta. El resultado permite examinar los impactos elementales de las interacciones. Un coeficiente de varianza bajo indica que el experimento estuvo bien diseñado.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.2, según los resultados de la prueba de contraste de Tukey, podemos ver que los cultivares tienen diferentes efectos simples según la distancia de siembra. Por ejemplo, cuando plantamos a una distancia de 40 cm, el cultivar de semilla blanca crece hasta una altura de 168,8 cm, mientras que el cultivar de semilla negra crece hasta la más baja.

En el ajonjolí, una mayor altura de la planta se asocia con un mayor número de cápsulas, lo que es un buen indicador del desarrollo del

cultivo y la acumulación de biomasa. Yagadin et al (2002) señala que esta puede ser afectada por la acción conjunta de los factores fundamentales: luz, calor, humedad, nutrientes y la temperatura. La distancia de plantas es también un factor de importancia a menor población de plantas se incrementa el vigor y la altura. (Uriarte & Tapia, 1997) en Nicaragua con el Ajonjolí var. mexicana en distancias de altas de 96,150 plantas ha⁻¹ llega a alturas de 160 a 170 cm. Los hallazgos son consistentes en este experimento.

3.2.3. Número de cápsulas por planta

Tabla 3.4

Análisis de variancia del número de capsulas por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

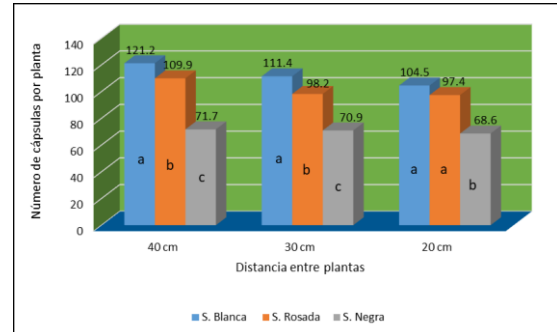
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	43.00	14.33	2.80	0.0615 ns
Cultivar (C)	2	11438.04	5719.02	1117.87	<0.0001 **
Distancia (D)	2	685.87	342.93	67.03	<0.0001 **
Inter (C x D)	4	292.96	73.24	14.32	<0.0001 **
Error	24	122.78	5.12		
Total	35	12582.66			

C.V. = 2.38 %

La tabla 3.4 del ANVA, muestra alta significación estadística en lo efectos principales de cultivar y distancia de siembra, también se tiene alta significación estadística en la interacción de los factores estudiados en la variable número de capsulas por planta. Este resultado permite el análisis de los efectos simples de la interacción de los factores en estudio. El coeficiente de variación muestra buena precisión del experimento.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos simples del número de capsulas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.3 de la prueba de contraste de Tukey, muestra un mayor número de capsulas por planta a la siembra de 40 cm de distancia de siembra, con un valor de 121.2 capsulas. El cultivar de semilla negra es la de menor valor en la variable en estudio. Esta variable es la más relacionada con el rendimiento de grano. Colque (2006), en su trabajo experimental realizado a 300 metros sobre el nivel del mar en el Departamento de Beni, Bolivia, demuestra que el número de cápsulas por planta varia de una temporada a otra. El promedio más alto fue de 122 cápsulas por planta en la primera temporada de siembra, seguido de 97 cápsulas por planta en la segunda y 75 cápsulas por planta en la tercera. La cuarta temporada tuvo el promedio más bajo, con 75 cápsulas por planta. Dos cultivares, uno nativo de la zona y otro cultivado por su semilla blanca. Incluso cuando el experimento se llevó a cabo en un lugar lejano, los hallazgos son comparables a los obtenidos ahora.

3.2.4. Número de ramas por planta

Tabla 3.5

Análisis de variancia del número de ramas por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

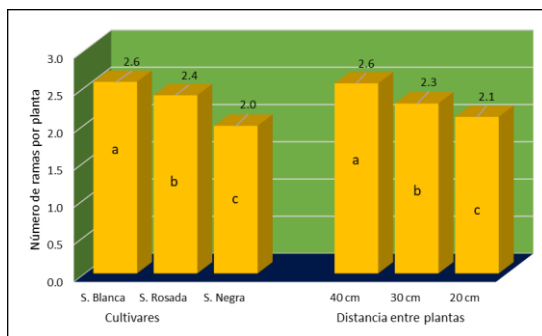
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.40	0.13	2.93	0.0543 ns
Cultivar (C)	2	2.22	1.11	24.07	<0.0001 **
Distancia (D)	2	1.23	0.61	13.34	0.0001 **
Inter (C x D)	4	0.12	0.03	0.65	0.6336 ns
Error	24	1.11	0.05		
Total	35	5.08			

C.V. = 9.26 %

La tabla 3.5, existe una fuerte correlación estadística entre los principales impactos de la distancia de crecimiento y la distancia de plantación, como lo muestra el ANVA del número de ramas por planta. Las consecuencias primarias pueden analizarse utilizando este resultado. Podemos tener fe en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es una métrica precisa.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales del número de ramas por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



El cultivar de semilla blanca tuvo 2,6 ramas, lo que fue estadísticamente más que cualquiera de los otros cultivares, como se muestra en la Figura 3.4 de la prueba de Tukey de los principales efectos del número de ramas por planta y la distancia de siembra. Las plantas cultivadas a una distancia de 40 centímetros producen más ramas que las cultivadas a cualquier otra distancia.

3.2.5. Diámetro de tallo

Tabla 3.6

Análisis de variancia del diámetro de tallo en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

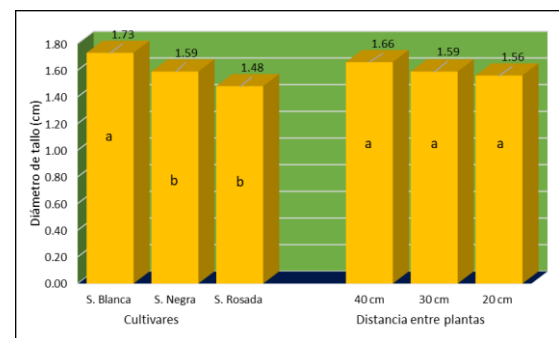
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.01	0.0018	0.15	0.9272 ns
Cultivar (C)	2	0.38	0.19	16.33	<0.0001
Distancia (D)	2	0.06	0.03	2.69	**
Inter (C x D)	4	0.01	0.0019	0.17	0.0880 ns
Error	24	0.28	0.01		0.9524 ns
Total	35	0.73			

C.V. = 6.71 %

La tabla 3.6 muestra el ANVA del diámetro de tallo, este hallazgo permite examinar el impacto principal en los casos en que el efecto principal del cultivar de semilla es muy estadísticamente significativo. Podemos tener fe en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es una métrica precisa.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de tallo de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.5 muestra la prueba de Tukey, donde el cultivar de semilla blanca como la de mayor diámetro de tallo con un valor de 1.73 cm superando estadísticamente a los otros cultivares. Por efecto la distancia de siembra no existe diferencia estadística, pero numéricamente el mayor diámetro de tallo se alcanza con la siembra a los 40 cm.

3.2.6. Peso de semilla por cápsula

Tabla 3.7

Análisis de variancia del peso de semilla por capsula en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

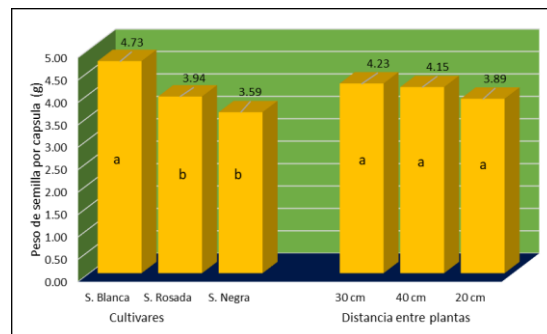
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.32	0.11	0.81	0.5015 ns
Cultivar (C)	2	8.21	4.11	30.91	<0.0001**
Distancia (D)	2	0.73	0.37	2.76	0.0832 ns
Inter (C x D)	4	1.12	0.28	2.11	0.1108 ns
Error	24	3.19	0.13		
Total	35	13.58			

C.V. = 8.21 %

El rendimiento del grano de ajonjolí depende en gran medida del peso de las semillas por cápsula. El mayor impacto de la agricultura es altamente estadísticamente significativo, como se muestra en la Tabla 3.7 del ANOVA. Un valor exacto del coeficiente de varianza.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de semilla por capsula de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.6 muestra bajo la prueba de Tukey del efecto principal, el cultivar de semilla blanca como la de mayor peso de semilla por cápsula con un valor de 4.73 g superando estadísticamente a los demás cultivares. En lo referente a la distancia de siembra no existe diferencia estadística, pero numéricamente el mayor peso se da a la siembra de 30 cm.

Ávila y Graterol (2005), reporta en su trabajo épocas de siembra y distancia entre hileras, valores del peso de semilla por capsula de 3.68 a 4.80 g estos valores obtenidos en

experimentos sembrados a 0.60 m entre hileras y a 0.30 entre plantas. Los resultados obtenidos en el presente coinciden con los valores obtenidos.

3.2.7. Peso de semilla por planta

Tabla 3.8

Análisis de variancia del peso de semilla por planta en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

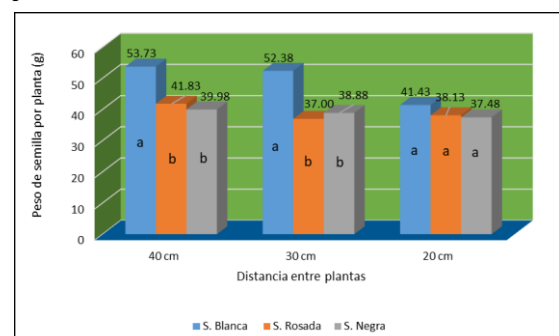
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	5.70	1.90	0.29	0.8321 ns
Cultivar (C)	2	848.29	424.15	64.82	<0.0001**
Distancia (D)	2	231.63	115.82	17.70	<0.0001**
Inter (C x D)	4	195.93	48.98	7.49	0.0005**
Error	24	157.04	6.54		
Total	35	1438.60			

C.V. = 6.05 %

La tabla 3.8 del ANVA, los datos revelan el peso promedio de semillas por planta, con una significación estadística sorprendente en los impactos primarios de los cultivares y la distancia de siembra, así como en la interacción que requiere la investigación de los efectos simples de estos dos factores. La precisión del experimento está respaldada por el coeficiente de variación.

Figura 3.7

Prueba de Tukey de los efectos simples del peso de semilla por planta de los cultivares de ajonjolí en cada distancia de siembra entre plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.7 de la prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción del peso de semilla por planta, donde el cultivar de semilla blanca en la distancia de siembra a 40 cm supera estadísticamente a los demás cultivares,

la mismo cultivar a la distancia de siembra de 30 cm muestra superioridad en la variable en estudio; este cultivar reporta valores de 53.73 y 52.38 g respectivamente.

3.2.8. Peso de 1000 semillas

Tabla 3.9

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas en los diferentes cultivares y distancia entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

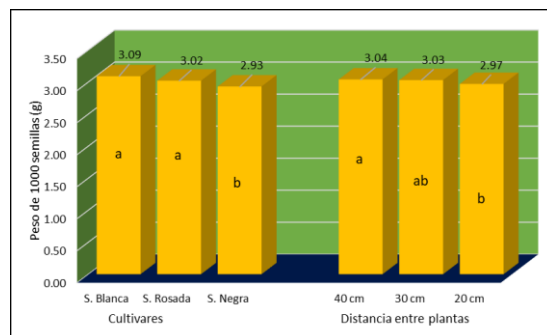
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.02	0.01	1.44	0.2564 ns
Cultivar (C)	2	0.15	0.07	15.72	<0.0001 **
Distancia (D)	2	0.04	0.02	4.35	0.0245 *
Inter (C x D)	4	0.03	0.01	1.66	0.1923 ns
Error	24	0.11	0.0047		
Total	35	0.35			

C.V. = 2.27 %

Para la comercialización del ajonjolí, el peso de 1000 semillas es un componente crucial. En la tabla 3.9 del ANOVA de la variable dependiente, podemos ver que existe una diferencia estadísticamente significativa en los principales impactos de la distancia de crecimiento y entre plantas. Podemos tener fe en los hallazgos ya que el coeficiente de variación es una métrica precisa.

Figura 3.8

Prueba de Tukey del efecto principal del peso de 1000 semillas de ajonjolí en los diferentes cultivares y las distancias de plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.8 indica bajo la prueba de Tukey del peso de 1000 semillas, el cultivar de semilla blanca y rosada como los de mayor peso con valores de 3.09 y 3.02 g respectivamente. En lo referente a la siembra entre distancia entre

plantas la de 40 y 30 cm tienen los más altos pesos de 1000 semillas obteniendo valores de 3.04 y 3.03 respectivamente.

El análisis estadístico del peso de 1000 semillas no mostró diferencias significativas en los factores de estudio ni en sus interacciones. Zapata y Orozco (1991) señalan que este rasgo, que varía de 2.2 a 3.7 gramos por cultivar, está determinado genéticamente en el cultivo de ajonjolí.

Estos resultados son corroborados por Laurentin (2017), quien menciona que el peso de 1000 semillas considerada como grande pesan 3 gramos. El peso de 1000 semillas obtenida en la localidad de Pichari se encuentra entre estos valores.

3.2.9. Rendimiento de grano de ajonjolí

Tabla 3.10

Análisis de variancia del rendimiento de semilla de ajonjolí en los diferentes cultivares y distancias entre plantas de ajonjolí. Pichari 614 msnm

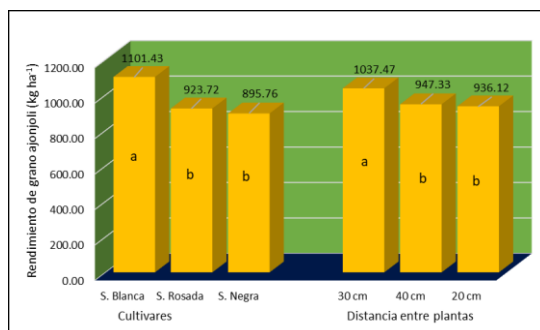
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	9199.31	3066.44	0.96	0.4282 ns
Cultivar (C)	2	298668.35	149334.18	46.69	<0.0001 **
Distancia (D)	2	74091.88	37045.94	11.58	0.0003 **
Inter (C x D)	4	28138.22	7034.56	2.20	0.0994 ns
Error	24	76756.78	3198.30		
Total	35	486854.54			

C.V. = 5.81 %

El factor más crucial en la producción de cultivos es el rendimiento. La Tabla 3.10 del ANOVA muestra que los principales impactos de los cultivares y el espaciamiento de siembra son altamente significativos estadísticamente, lo que permite una investigación independiente de los elementos en estudio. Podemos tener fe en los hallazgos del experimento ya que el coeficiente de varianza muestra que estuvo bien diseñado.

Figura 3.9

Prueba de Tukey del efecto principal del rendimiento de grano de ajonjolí en los diferentes cultivares y las distancias de plantas. Pichari 614 msnm



La figura 3.9 de la prueba de Tukey muestra el rendimiento de semilla del ajonjolí, donde el cultivar de semilla blanca con un rendimiento de 1101.43 kg ha⁻¹ supera estadísticamente a los cultivares de semilla rosada y negra. En la distancia de siembra la de 30 cm es superior a las distancias de 40 y 20 cm con un valor de 1037.47 kg ha⁻¹, pero este valor es en promedio del rendimiento de los cultivares. El rendimiento está afectado por el ambiente y el genotipo, al plantearse un diseño experimental, este tiene como objetivo minimizar el efecto del ambiente.

El impacto de las variables genéticas y ambientales, así como la interacción entre ambas, incluido, en el caso de esta última, el manejo agronómico humano, determina el rendimiento (Poehlman, 1976). Trabajos llevados a cabo en Nicaragua por Vargas y blanco (2002) menciona a la competencia entre planta y planta en las diferentes distancias evaluadas de 120,979 y 99,630 plantas ha⁻¹ y con adición de 60 kg de N ha⁻¹ obtiene rendimiento de 925 a 1185 kg ha⁻¹. Estos resultados coinciden con el presente trabajo de investigación.

Bardales Pezo (1998), presenta los resultados de un experimento con ocho variedades

diferentes de sésamo. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de Pucallpa del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de enero a mayo de 2018 y tuvo como objetivo identificar las variedades de ajonjolí más adecuadas para el tipo de suelo que se encuentra en los Ultisoles de Pucallpa. El experimento con la finalidad de probar la rusticidad de las variedades donde no se dispuso de ninguna fertilización, se confirmó como la mejor variedad a Ucayali INIA 95-2, que rindió 849 kg ha⁻¹ de grano seco. Las variedades evaluadas en Pichari superan este rendimiento debido a que se utilizó fertilización.

3.3. Mérito económico de los tratamientos

Los gastos de producción de una hectárea de siembra de los cultivares de semillas blanca, negra y rosada se utilizan para determinar el valor económico de los tratamientos. La diferencia encontrada se da por el rendimiento de la semilla del ajonjolí.

Tabla 3.11

Merito económico de los tratamientos en base al costo de producción, rendimiento y el precio del ajonjolí. Pichari 614 msnm

Tratamiento de cultivares (distancia golpe)	Costo	Rdto	Precio	Venta	Utilidad	Renta
	Prod	kg ha ⁻¹	S/ por kg	en S/	bruta	%
Sem. negra (20 cm)	3842.0	842.8	9.0	7585.20	3743.20	97.4%
Sem. negra (30 cm)	3842.0	946.8	9.0	8521.02	4679.02	121.8%
Sem. negra (40 cm)	3842.0	897.7	9.0	8079.30	4237.30	110.3%
Sem. rosada (20 cm)	3842.0	888.1	9.0	7992.45	4150.45	108.0%
Sem. rosada (30 cm)	3842.0	961.1	9.0	8649.72	4807.72	125.1%
Sem. rosada (40 cm)	3842.0	922.0	9.0	8298.27	4456.27	116.0%
Sem. blanca (20 cm)	3842.0	1077.5	9.0	9697.50	5855.50	152.4%
Sem. blanca (30 cm)	3842.0	1204.6	9.0	10840.95	6998.95	182.2%
Sem. blanca (40 cm)	3842.0	1022.3	9.0	9200.25	5358.25	139.5%

La tabla 3.11 muestran los méritos económicos de los tratamientos, donde el cultivar de semilla blanca sembrado a 30 cm entre planta es la que

tiene mayor utilidad bruta y mayor rentabilidad, llegando a un valor de 6998.95 nuevos soles y a 182.2 % respectivamente. Con el cultivar de semilla blanca se obtienen los mejores valores de rentabilidad. Los gastos básicos para adquirir la tierra, la mano de obra, el capital y la gestión administrativa necesarios para fabricar un producto se conocen como costos de producción. Utilizando dosis de humus de lombriz de tierra en la producción de ajonjolí, estudios experimentales en el área de San Martín revelan una relación costo-beneficio de 7.7 y un beneficio neto de 5644.73 nuevos soles cuando se aplican 2.0 t ha⁻¹ de humus (Machari & Adolfo, 2008).

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la semilla negra tuvo mayor precocidad a cuanto a la madurez fisiológica con 87 dds y una madurez de cosecha de 96 dds después de la siembra; finalmente la semilla blanca y rosada tuvo una precocidad intermedia de madurez fisiológica de 91 dds y una madurez de cosecha de 108 dds después de la siembra. Se determinó que la semilla blanca tuvo mayor rendimiento con 1101.43 kg ha⁻¹ supera estadísticamente a los demás cultivares, la semilla rosada tuvo un rendimiento intermedio con 923.72 kg ha⁻¹; y finalmente la semilla negra tuvo menor rendimiento con 895.76 kg ha⁻¹; en la distancia de siembra el de 30 cm es superior a las distancias de 40 y 20 cm con un valor de 1037.47 kg ha⁻¹ en cualquier cultivar.
2. El rendimiento también se determina por lo siguiente en cuanto al número de hojas y altura de planta, el cultivar de semilla negra es el mayor número con 164 hojas, en la altura de planta el cultivar de semilla blanca

sembrada a 40 cm alcanza 168.8 cm; en la variable del número de capsula por planta el cultivar de semilla blanca muestra un valor de 121.2 capsulas al sembrarse a 40 cm entre plantas; en el número de ramas por planta es el mismo cultivar que muestra 2.5 ramas en promedio del distanciamiento de siembra; el cultivar de semilla blanca como la de mayor diámetro de tallo con un valor de 1.73 cm, también en el mismo cultivar se tiene el mayor peso de semilla por capsula con un valor de 4.73 g; el cultivar de semilla blanca tiene el mayor peso de semilla por planta con un valor 53.73 g al sembrarse a un distanciamiento entre planta de 40 cm, el mismo cultivar y la cultivar de semilla rosada tienen el mayor peso de 1000 semillas con valores de 3.02 g en cualquier densidad de siembra.

3. El mayor mérito económico se alcanza con el cultivar de semilla blanca sembrado a 30 cm entre planta mostrando una mayor utilidad bruta y mayor rentabilidad, llegando a un valor de 6998.95 nuevos soles y a 182.2 % respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultura (IICA), I. I. de C. para la, & Ramakrishna, B. (1990). *VI Curso corto: Tecnología de la producción de ajonjolí*.
<https://hdl.handle.net/11324/8811>
- Aguirre, A. J. (1963). *Suelos, Abonos y Enmiendas*. Dossat. S.A.
- Ávila, J. M., & Graterol, Y. E. (2005). Efecto de la época de siembra, distancia entre hileras y fertilización sobre el crecimiento y producción del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). *Bioagro*, 17(1), 35-40.

- Bardales Pezo, N. A. (1998). *Evaluación y selección de ocho variedades de ajonjolí (Sesamum indicum L.) para elevar el rendimiento por hectárea en un entisol de Pucallpa*. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/1693>
- Buckman, H. O., & Brady, N. C. (with Brady, N. C.). (1991). *Naturaleza y propiedades de los suelos Texto de edafología para enseñanza (4a. reimp.)*. Limusa.
- Colque Tancara, V. (2006). *Determinación de épocas óptimas de la siembra de cuatro variedades de sesamo (Sesamum indicum L.) en la provincia Ballivian del departamento de Beni* [Thesis]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12256>
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press.
- Cruz Duran, I. (2021). *Producción de Semilla de Ajonjolí (Sesamum indicum L.) en la Región Sureste del Estado de Coahuila*. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Cruz Hernandez, E. (2003). *UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA*. 73.
- Curaca Nieto, Y. A. (2013). *Diagnóstico de la cadena productiva y comercial del Ajonjolí (Sesamum indicum L.) en el valle del Río Apurímac y Ene—VRAE*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2035>
- Hernández Vázquez, I. (1998). *Comportamiento de cuatro variedades de ajonjolí (sesamum indicum l.) en tres localidades del estado de Jalisco*. <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/108>
- Laurentin, H. (2017, abril 1). El cultivo del ajonjolí: Consideraciones generales y agronómicas. *Universidad Agrícola*. <https://universidadagricola.com/el-cultivo-del-ajonjoli-consideraciones-generales-y-agronomicas/>
- Machari, D., & Adolfo, G. (2008). *Rendimiento del ajonjolí (Sesamum Indicum l.) con dosis de Humus de lombriz en el fundo Miraflores Banda de Shilcayo-San Martín-Perú*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/041db2cf-b197-4438-af27-d8c7a371fea6>
- Pérez Bolaños, J. D. J., & Salcedo-Mendoza, J. G. (2018). Componentes del rendimiento en cultivares de ajonjolí *Sesamum indicum L.* (Pedaliaceae), en el departamento de Sucre (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(2), 263-276. https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:660
- Pineda Coronado, M. R. (2009). *Respuesta del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L., Pedaliaceae) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Pared, Buena Vista, La Gomera, Escuintla, Guatemala—Universidad Rafael Landívar*. https://crailandivarlibrary.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay/alma990001682720107696/502URL_I NST:502URL
- Poehlman, J. M. (1976). *Mejoramiento Genético de las cosechas*. Limusa.
- Robles Sanchez, R. (1991). *Producción de Oleaginosas y Textiles*. Editorial Limusa.

- Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1982). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. UTEHA.
- Uriarte, E. A., & Tapia Oporta, H. de J. (1997). *Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.) Var. Mexicana* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1645/>
- Vaca Moran, F., VASQUEZ GALAN, J., VASQUEZ GRANDA, V., & VASQUEZ GUILLEN, J. (2001). *CLASE DE MANEJO DE AGROQUIMICOS*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/11e3b6cc-6c9b-4d32-a609-19d7d5d3e1f7/content>
- Vargas Téllez, Y. R., & Blanco Hernández, F. P. (2002). *Efecto de densidad poblacional de plantas y fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y rendimiento de cultivo de ajonjolí (Sesamun indicum L.) variedad INTA Aj-2000* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1889/>