

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“NIVEL NUTRICIONAL EN LA CAPACIDAD PRODUCTIVA Y
CALIDAD DE FIBRA DE ALGODÓN TANGÜIS (*Gossypium
barbadense* L.)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

GIOVANNA ROSARIO CAJACURI MORENO

LIMA-PERÚ

2024

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

NIVEL NUTRICIONAL EN LA CAPACIDAD PRODUCTIVA Y CALIDAD DE FIBRA DE ALGODÓN TANGÜIS (*Gossypium barbadense* L.)

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	7%	3%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositoriodigital.minam.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	1%
4	repositorio.utm.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	idoc.pub Fuente de Internet	1%
6	www.socalpar.es Fuente de Internet	1%
7	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uaaan.mx:8080 Fuente de Internet	1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“NIVEL NUTRICIONAL EN LA CAPACIDAD PRODUCTIVA Y
CALIDAD DE FIBRA DE ALGODÓN TANGÜIS (*Gossypium
barbadense* L.)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

GIOVANNA ROSARIO CAJACURI MORENO

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Susana Patricia Rodríguez Quispe
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Lorenzo Miguel Hurtado Leo
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Luis Rodrigo Tomassini Vidal
MIEMBRO

.....
Ph. D. Sady Javier García Bendezú
MIEMBRO

LIMA-PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis amados Padres Abraham y Heydi por ser la inspiración en cada paso de mi vida, porque han sacrificado tanto para que pueda alcanzar mis sueños, por ser padres extraordinarios, les dedico con profundo agradecimiento y amor este trabajo de tesis.

A mi esposo Octavio el amor de mi vida, este trabajo no solo representa mi esfuerzo, sino también el suyo, por creer en mí y por su amor incondicional he logrado alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso, por todas las bendiciones y gracias recibidas por su mano generosa.

A mis hermanos, por su aliento y fe en mí para lograr esta meta.

A mi asesor de tesis Ing. Mg. Sc. Lorenzo Miguel Hurtado Leo, por sus invaluable enseñanzas, su paciencia y dedicación que tendré en cuenta siempre en mi carrera.

A los miembros del Jurado, por el interés y recomendaciones que enriquecieron la redacción de esta tesis.

Al Ing. Teodorico Veramendi del Programa de Investigación y Proyección Social en Algodón por su confianza y apoyo para investigar el material genético que viene trabajando en los últimos años en la UNALM.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. El cultivo de algodón.....	3
2.2. Características morfológicas del algodón.....	3
2.3. Características de capacidad productiva.....	5
2.4. Características de calidad de fibra	6
2.5. Condiciones ambientales y respuesta del cultivo de algodón	8
2.6. La nutrición del cultivo.....	9
III. MATERIALES Y METODOLOGÍA	12
3.1. Ubicación.....	12
3.2. Condiciones climáticas	12
3.3. Características fisicoquímicas del suelo	13
3.4. Variedades de algodón.....	14
3.5. Factores en estudio:	17
3.6. Tratamientos	18
3.7. Campo experimental.....	19
3.8. Labores culturales.....	19
3.9. Materiales	21
3.10. Fertilización y riego.....	23
3.11. Metodología.....	24
3.12. Diseño experimental.....	28
3.13. Tratamiento estadístico de datos	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	30
4.1. Características de capacidad productiva.....	30
4.2. Características de calidad de fibra	47
4.3. Características Morfológicas	54
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. BIBLIOGRAFÍA	72
VIII. ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables climáticas durante el ensayo	12
Tabla 2: Análisis del suelo empleado en la fase de campo	13
Tabla 3: Calidad de agua durante el ensayo	14
Tabla 4: Fenología de tres variedades de algodón. (días desde la siembra)	16
Tabla 5: Niveles de fertilización aplicados en el ensayo	18
Tabla 6: Tratamientos ensayados	18
Tabla 7: Características de la unidad experimental	19
Tabla 8: Materiales y actividades durante el cultivo de algodón	22
Tabla 9: Diseño experimental del ensayo	28
Tabla 10: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el rendimiento en rama de tres variedades de algodón kg/ha.....	31
Tabla 11: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades.....	31
Tabla 12: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el rendimiento de fibra de tres variedades de algodón (kg/ha).....	34
Tabla 13: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades para rendimiento de fibra (kg/ha).....	34
Tabla 14: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el porcentaje de fibra de tres variedades de algodón (%)	37
Tabla 15: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades para porcentaje de fibra (%)	37
Tabla 16: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de bellotas por planta, de tres variedades de algodón.....	39
Tabla 17: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades para número de bellotas	40
Tabla 18: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el peso de bellota (g) de tres variedades de algodón	41
Tabla 19: Análisis del efecto principal a nivel de variedades en el peso de bellota.....	42
Tabla 20: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el Índice de fibra de tres variedades de algodón.	43
Tabla 21: Análisis del efecto principal a nivel de variedades para índice de fibra	43

Tabla 22: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el índice de semilla de tres variedades de algodón.	45
Tabla 23: Análisis del efecto principal a nivel de variedades para índice de semilla	45
Tabla 24: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el acude de tres variedades de algodón	46
Tabla 25: Análisis del efecto principal a nivel de variedades para el acude	46
Tabla 26: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la longitud de fibra de tres variedades de algodón	47
Tabla 27: Análisis del efecto principal a nivel de variedades	48
Tabla 28: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la finura de fibra de tres variedades de algodón (micronaire).....	50
Tabla 29: Análisis del efecto principal en la finura de fibra a nivel de variedades (micronaire)	50
Tabla 30: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la uniformidad de fibra de tres variedades de algodón (%)	51
Tabla 31: Análisis del efecto principal en la uniformidad de fibra a nivel de variedades...	52
Tabla 32: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la resistencia de fibra de la fibra de tres variedades de algodón (g/ tex)	53
Tabla 33: Análisis del efecto principal en la resistencia de fibra a nivel de variedades	53
Tabla 34: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la altura de planta de tres variedades de algodón	55
Tabla 35: Análisis del efecto principal y efectos secundarios en la altura nivel a variedades	55
Tabla 36: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la longitud de entrenudos planta de tres variedades de algodón.....	57
Tabla 37: Análisis del efecto principal y efectos secundarios en la longitud de entrenudos a nivel de variedades	57
Tabla 38: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la inserción del primer simpodio de tres variedades de algodón.....	58
Tabla 39: Análisis del efecto principal en el primer simpodio a nivel de variedad	59
Tabla 40: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el Índice de inserción de rama vegetativa de tres variedades de algodón	60
Tabla 41: Análisis del efecto principal en el Índice de inserción de rama vegetativa a nivel de variedad.....	60

Tabla 42: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de ramas vegetativas de tres variedades de algodón.....	61
Tabla 43: Análisis del efecto principal en el número de rama vegetativa a nivel de variedad	62
Tabla 44: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de ramas fruteras por planta de tres variedades de algodón.	63
Tabla 45: Análisis del efecto principal y efectos simples en el número de ramas fruteras .	64
Tabla 46: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de ramas extraordinarias por planta en tres variedades de algodón.....	65
Tabla 47: Análisis del efecto principal y efectos simples en el número de ramas extraordinarias	65
Tabla 48: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de flores por planta en tres variedades de algodón.....	67
Tabla 49: Análisis del efecto principal y efectos simples en el número de flores.....	67
Tabla 50: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el porcentaje de shedding de tres variedades de algodón	68
Tabla 51: Análisis del efecto principal en el porcentaje de shedding (%)	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Temperatura y días de cultivo después de la siembra.....	17
Figura 2: Germinación, día 5.....	20
Figura 3: Aparición de cotiledones, día 9.....	20
Figura 4: Variedad MASSARO, día 35.....	20
Figura 5: Variedad UNA N°1, día 35.....	20
Figura 6: Variedad “Molinero extra largo”, día 35.....	21
Figura 7: Riego expresado en m ³ / ha en el presente estudio.....	24
Figura 8: Croquis de la disposición de tratamientos en campo.....	29
Figura 9: Rendimiento de algodón en rama por nivel de fertilización NPK (kg/ha).....	33
Figura 10: Rendimiento de algodón en fibra por nivel de fertilización NPK.....	35
Figura 11: Vistas de las plantas de algodón a 240 días después de la siembra: a) var. MASSARO, b) var. UNA N°1, C) var. “Molinero extra largo”.....	35
Figura 12: Porcentaje de algodón por nivel de fertilización NPK.....	38
Figura 13: Longitud de fibra de algodón por nivel de fertilización NPK (mm).....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Valores observados para las características de capacidad productiva	77
Anexo 2: Valores observados para las características de capacidad productiva	78
Anexo 3: Valores observados para las características de capacidad productiva	79
Anexo 4: Valores observados para las características de capacidad productiva	80
Anexo 5: Valores observados para las características de capacidad productiva	81
Anexo 6: Valores observados para las características de capacidad productiva	82
Anexo 7: Valores observados para las características de capacidad productiva	83
Anexo 8: Valores observados para las características de capacidad productiva	84
Anexo 9: Valores observados para las características de calidad de fibra	85
Anexo 10: Valores observados para las características de calidad de fibra	86
Anexo 11: Valores observados para las características morfológicas	87
Anexo 12: Valores observados para las características morfológicas	88
Anexo 13: Valores observados para las características morfológicas	89
Anexo 14: Valores observados para las características morfológicas	90
Anexo 15: Transformación de datos raíz cuadrada +1 de ramas extraordinarias NPK 0 0 0 a NPK 80 40 80	91
Anexo 16: Análisis de varianza del combinado, algodón rama kg/ha	93
Anexo 17: Análisis de varianza para el estudio de los efectos simples factores de algodón en rama kg/ha	93
Anexo 18: Análisis de varianza del combinado, algodón fibra kg/ha	93
Anexo 19: Análisis de varianza de los efectos simples de factores de fibra kg/ha	94
Anexo 20: Análisis de varianza del combinado, porcentaje de fibra de algodón	94
Anexo 21: Análisis de varianza de efectos simples de factores en porcentaje de fibra	95
Anexo 22: Análisis de varianza del combinado, número de bellotas por planta	95
Anexo 23: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores del número de bellotas por planta	96
Anexo 24: Análisis de varianza del combinado, peso de bellota (g)	96
Anexo 25: Análisis de varianza del combinado sobre Índice de fibra	96
Anexo 26: Análisis de varianza del combinado sobre índice de semilla	97
Anexo 27: Análisis de varianza del combinado sobre el acude	97
Anexo 28: Análisis de varianza del combinado sobre la longitud de fibra	97

Anexo 29: Análisis de varianza del combinado sobre la finura de fibra.....	98
Anexo 30: Análisis de varianza del combinado sobre la uniformidad de fibra %	98
Anexo 31: Análisis de varianza del combinado de la resistencia de fibra	98
Anexo 32: Análisis de varianza del combinado, altura de planta.....	99
Anexo 33: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores de la altura de planta.....	99
Anexo 34: Análisis de varianza del combinado, número de entrenudos por planta.....	99
Anexo 35: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores de longitud de entrenudos de planta	100
Anexo 36: Análisis de varianza del combinado de índice de inserción de primer simpodio	100
Anexo 37: Análisis de varianza del combinado del índice de inserción vegetativa.....	101
Anexo 38: Análisis de varianza del combinado de ramas vegetativa.....	101
Anexo 39: Análisis de varianza del combinado, ramas fruteras por planta	101
Anexo 40: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores de ramas fruteras de planta.....	102
Anexo 41: Análisis de varianza del combinado de número de ramas extraordinarias	102
Anexo 42: Análisis de varianza del combinado de número de flores por planta	103
Anexo 43: Análisis de varianza del combinado de porcentaje de shedding.....	103
Anexo 44 : Siembra y aparición de hojas	104
Anexo 45: Elongación de tallo, día 40	105
Anexo 46: Floración al 50%. Día 120	106
Anexo 47: Desarrollo de Bellotas de variedad Massaro	107
Anexo 48 : Desarrollo de Bellotas en variedad UNA N°1	108
Anexo 49: Desarrollo de bellotas “Molinero extra largo”	109
Anexo 50: Inicio de cosecha variedad MASSARO	110
Anexo 51: Inicio de cosecha variedad UNA N°1	111
Anexo 52: Inicio de cosecha variedad “Molinero extra largo”	112

RESUMEN

El algodón peruano es reconocido a nivel mundial por su excelente calidad, resaltando las variedades Tangüis y Pima de fibra larga y extralarga, para que ese potencial genético pueda ser expresado en su máximo potencial, es importante un manejo adecuado del cultivo, siendo la fertilización primordial para lograr este objetivo; bajo esa premisa, se instaló un ensayo en la Unidad de Riegos del Departamento Académico de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina en la campaña 2021-2022, para evaluar la respuesta de tres variedades de algodón (MASSARO, UNA N°1, “Molinero extra largo”) a la aplicación de tres niveles de fertilización nitrogenada, fosforada y potásica; 80-40-80, 120-60-120 y 160-80-160 kg/ha de N-P₂O₅- K₂O en base a un testigo no fertilizado y se distribuyeron en 12 combinaciones con 4 repeticiones. El estudio estadístico se hizo mediante DBCA con arreglo factorial y la prueba de medias con Duncan. Se evaluó el rendimiento de algodón rama y fibra (kg/ha), porcentaje de fibra, peso y número de bellotas, calidad de fibra y morfología de planta, los resultados mostraron que los niveles crecientes de fertilización NPK tienen un efecto significativo en el rendimiento en rama y fibra de las tres variedades. La respuesta entre variedades indica que “Molinero extra largo” presenta el mayor rendimiento en rama (3589 kg/ha) y en fibra (1200 kg/ha); en general fue la variedad “Molinero extra largo” la que mostró mayor capacidad productiva. Las tres variedades de algodón mostraron diferencias en longitud de fibra, uniformidad, finura y resistencia. La mayor longitud de fibra la obtuvo la variedad “Molinero extra largo” con 39.8 mm. Se concluye en este ensayo que la aplicación de niveles crecientes de NPK afectaron de forma significativa y directamente proporcional los rendimientos de algodón (kg/ha) de las tres variedades estudiadas.

Palabras claves: Rama, fibra, nitrógeno, fósforo, potasio.

ABSTRACT

Peruvian cotton is recognized worldwide for its excellent quality, highlighting the Tangüis and Pima varieties with long and extra-long fiber, so that this genetic potential can be expressed to its maximum potential, proper management of the crop is important, with fertilization being essential. to achieve this goal; Under this premise, a trial was installed in the Irrigation Unit of the Academic Department of Soils of the National Agrarian University La Molina in the 2021-2022 campaign, to evaluate the response of three varieties of cotton (MASSARO, UNA N°1, “Molinero extra long”) to the application of three levels of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization; 80-40-80, 120-60-120 and 160-80-160 kg/ha of N-P₂O₅-K₂O based on an unfertilized control and were distributed in 12 combinations with 4 repetitions. The statistical study was done using RCBD with factorial arrangement and the test of means with Duncan. The yield of raw cotton and fiber (kg/ha), fiber percentage, weight and number of acorns, fiber quality and plant morphology were evaluated. The results showed that increasing levels of NPK fertilization have a significant effect on yield. in branch and fiber of the three varieties. The response between varieties indicates that “Molinero extra long” has the highest yield in branches (3589 kg/ha) and fiber (1200 kg/ha); In general, it was the “Molinero extra long” variety that showed the greatest productive capacity. The three cotton varieties showed differences in fiber length, uniformity, fineness and strength. The greatest fiber length was obtained by the “Molinero extralong” variety with 39.8 mm. It is concluded in this trial that the application of increasing levels of NPK affected significantly and directly proportionally the cotton yields (kg/ha) of the three varieties. studied.

Keywords: Branch, fiber, nitrogen, phosphorus, potassium.

I. INTRODUCCIÓN

El algodón peruano es reconocido por su gran calidad y prestigio en la industria textil a nivel mundial, resaltando las variedades Tangüis de fibra larga y Pima de fibra extralarga considerada una de las fibras vegetales más finas del mundo. Sin embargo, la producción nacional de algodón ha disminuido significativamente en los últimos años, debido a la constante caída de los precios internacionales, la competencia con el algodón importado, como consecuencia de la pérdida de las áreas sembradas de algodón, para instalar otros cultivos de exportación (León, 2021). Esto sumado a la grave caída de la demanda del algodón en la campaña 2019-2020, debido a la recesión económica mundial a causa de la pandemia de la COVID-19, hace pensar que la recuperación de este cultivo está muy lejana todavía; sin embargo, la tendencia de precios en los últimos años da una esperanza al sector.

El comportamiento del precio del algodón en chacra fue variable en los últimos años, en el 2020 iniciando la pandemia el precio promedio nacional llegó a S/ 140 quintal (un quintal son 46 kg y su abreviatura es qq medida de uso común en el sector) lo que impactó de manera negativa al sector. Otro fue el panorama en el año 2021: el precio llegó en promedio a S/ 230 por qq algodón rama, debido a la mayor demanda y a la poca oferta; según el DRA ICA en la campaña 2022 el precio alcanzó los S/ 310.0 qq para algodón de fibra larga y S/ 370.00 qq para algodón de fibra extralarga; en esta coyuntura, surgen oportunidades para el algodón peruano: por un lado, se tiene como fortaleza los años de investigación como las que realiza la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y por otro, la amplia experiencia de los agricultores peruanos en el manejo del cultivo, dada esta experiencia es necesario seguir con las investigaciones para obtener nuevas variedades cultivadas con su respectivo paquete técnico, que haga más productivo y competitivo el cultivo de algodón en el Perú. El aporte de la UNALM a este sector es la nueva variedad “Molinero extra largo” que viene siendo trabajada por el Programa de Investigación y Proyección Social en Algodón. Se espera que Molinero extra largo (que tiene progenitores Tangüis y Pima) supere en calidad de fibra a los cultivares Tangüis comerciales en el mercado peruano. La presente investigación se basa en probar el efecto de niveles de fertilización, ya que es una actividad clave para obtener

buenos rendimientos (kg/ha) y para eso es necesario tener en cuenta que el requerimiento de macronutrientes NPK varía según el tipo de suelo, clima y variedad (Neves 2022). Si bien es cierto que la UNALM, IPA (Instituto Peruano del algodón) y el Ministerio de Agricultura han continuado con la obtención de variedades mejoradas, hace falta más investigación y difusión del paquete de fertilización para cada variedad, de acuerdo las condiciones climáticas del agricultor.

La hipótesis de este estudio plantea que el efecto del nivel alto de fertilización NPK (160 80 160), superará al testigo NPK (0 0 0) en 40 % sobre el rendimiento en rama (kg/ha) de las variedades: MASSARO, UNA N° 1 y “Molinero extra largo”; así mismo se estima que el nivel alto de NPK impactará con un aumento significativo respecto al testigo, en las diferencias fenológicas del algodón de las variedades estudiadas. Se estima que la nueva variedad “Molinero extra largo” superará en calidad y precocidad a MASSARO y UNA N° 1 tratados con la dosis alta de fertilización en comparación con el testigo NPK.

Objetivo principal:

- Evaluar la respuesta del nivel de fertilización nitrogenada, fosforada y potásica sobre la capacidad productiva y calidad de fibra de tres variedades de algodón (*Gossypium barbadense* L.): MASSARO, UNA N° 1 y “Molinero extra largo”, en condiciones de costa central, durante la campaña 2021-2022.

Objetivos específicos:

- Determinar la respuesta de tres niveles de fertilización: nitrogenada, fosforada y potásica, en base a un testigo no fertilizado sobre el rendimiento de algodón en rama y calidad de fibra de dos variedades cultivadas de algodón (*Gossypium barbadense* L.): MASSARO, UNA N° 1 y la nueva variedad “Molinero extra largo” bajo riego por goteo.
- Comparar la longitud de fibra de la nueva variedad de algodón “Molinero extra largo” con las variedades comerciales MASSARO y UNA N°1 en condiciones de costa central en la campaña 2021-2022.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1. El cultivo de algodón

“El algodón (*Gossypium* spp.) pertenece a la familia Malváceas y su género es *Gossypium*” (citado por Reyes 2014), entre las especies más cultivados tenemos a *Gossypium hirsutum* en Centroamérica. En el Perú la especie más sembrada es *Gossypium barbadense* y sus dos variedades más reconocidas por la calidad de su fibra son Pima y Tangüis.

Las zonas de producción de algodón según el MINAG (2020) son: “Costa norte: 22,3 % - Piura y Lambayeque, en la costa central: 71,7 % - Lima, Ancash e Ica (57,9 %) y otros: 6 % (San Martín, Arequipa, Huánuco, Ucayali y La Libertad)”.

La especie *G. barbadense* se adapta a condiciones de desierto y de trópico, por tanto, es de potencial valor frente a los efectos del cambio climático. En Lambayeque y Piura prospera entre el nivel del mar y los 1900 m.s.n.m. (Basurto, 2005).

2. 2. Características morfológicas del algodón

Es un arbusto perenne manejado de forma anual, puede alcanzar hasta 3m de altura dependiendo de las condiciones ambientales al que está expuesto; se observa en su morfología un tallo principal erecto y presencia de ramas fuertes y ascendentes. “Las hojas pueden variar de tamaño y forma, puede tener de tres a cinco lóbulos largos, ahusados o acuminados” (citado por Reyes 2014). Según Ritchie (2004) el algodón tiene un hábito de crecimiento indeterminado y puede crecer muy alto si no se maneja adecuadamente el exceso de agua de regadío o si la nutrición no es la adecuada” y si bien es cierto que estos factores son importantes, es el factor genético el que determina en gran medida la altura máxima de la planta.

El crecimiento de los entrenudos tiene una sola oportunidad para elongarse, si la planta es sometida a estrés por factores externos conservará su longitud final una vez el estrés sea superado. La menor longitud de los entrenudos indica la posibilidad de un mayor número de ramas fruteras en el tallo principal, “en algunas variedades de *G. barbadense* se ha observado que a menor temperatura los entrenudos se hacen más cortos y provocan una floración temprana cuando el cultivo está en su primera etapa de desarrollo” (Evans, 1983).

“Las ramas vegetativas, son como el tallo principal, se conocen como monopodios (que significa “pie único”) tienen un solo meristema; debido a eso crecen rectas y erguidas, como el tallo principal, estas ramas también pueden producir ramas fructíferas” (Ritchie et al., 2004). La precocidad está muy relacionada con el índice de inserción de ramas vegetativas. (Basurto, 1972). La presencia de ramas vegetativas está ligada a un desarrollo vegetativo vigoroso, condición que no es deseable; según Basurto (1972) “en el algodón tipo Tangüis el número de ramas vegetativas varía entre dos y cinco en condiciones normales”. Es importante mencionar que la temperatura también puede influir en la presencia de ramas vegetativas, entre 22 °C a 25 °C propician el menor número de yemas vegetativas.

“Las ramas fructíferas se hallan en posiciones superiores a las ramas vegetativas, nacen directamente sobre el tallo y no tienen una yema terminal. A diferencia de las ramas vegetativas, cada nudo termina en una hoja y una posición fructífera ocupada inicialmente por un botón floral” (Reyes, 2014). El crecimiento de una rama frutera no es recto, es irregular y generalmente surge en el sexto nudo del tallo principal, “factores como la incidencia de plagas y enfermedades, así como una fertilización excesiva pueden causar problemas en la emisión de ramas fruteras” (Ritchie et al., 2004). “La rama frutera consiste en prosófilo, una hoja, entrenudos, una flor o fruto y dos yemas axilares, la ubicación de la primera rama frutera se conoce como índice de inserción del primer simpodio y está relacionada directamente con la precocidad, citada como un carácter de heredabilidad” (Evans, 1983). “En el algodón Tangüis se han encontrado valores de 6.5 a 10.5 y se demostró que el primer simpodio aparece entre el sexto y octavo nudo” (Basurto, 1972).

“El algodón tiene un patrón de floración distintivo y predecible, las primeras flores que se abren se sitúan en la parte baja de la planta, generalmente en el sexto o séptimo nudo del tallo y en la primera posición a lo largo de una rama fructífera” (Oosterhuis y Jernstedt 1999), “las flores son grandes, generalmente mayores que las bractéolas, con pétalos de color

amarillo intenso, generalmente con una mancha basal de color púrpura” (citado por Reyes 2014).

El fruto del algodón es una bellota (cápsula), generalmente en forma de huso, que termina en una punta, la superficie puede ser áspera, con glándulas oleíferas. Se encuentra variedades con tres a cuatro lóculos, la cantidad de semilla varía de cinco a nueve por lóculo. “Las semillas sueltas pueden estar cubiertas con una abundante capa de fibra y también pueden tener una capa de vellos, fibra de menor tamaño (linter) o carecer de ellos” (Basurto, 1972). “Las semillas pueden ser desnudas, con un mechón apical o acebradas, donde el linter se encuentra en líneas longitudinales sobre la semilla semejante a una cebra” (Ibid.).

Un factor limitante para lograr los rendimientos esperados es la baja retención de botones, flores y bellotas, esto es conocido como *shedding* (%); “los factores de estrés que pueden ocasionarlo son: temperaturas extremas, la sequía, planta muy vegetativa, insectos, enfermedades, etc. que contribuyen a acelerar el desprendimiento que oscila entre el 40-50%, las bajas temperatura afectan principalmente a los botones y flores” (Tariq et al., 2017).

2.3. Características de capacidad productiva

“La primera y más importante de las características productivas de este cultivo es el rendimiento de algodón en rama (kg/ha) expresión que se refiere al producto que se obtiene al momento de cosecha, fibra y semilla (sin desmotar), es una característica primordial ya que muestra la aptitud productiva de la planta cultivada, tiene una relación directa con el peso de la bellota y con el peso de la fibra” (Basurto, 1972). Es importante observar a qué condiciones está expuesta la fibra en campo, como la lluvia, vientos fuertes o plagas que pueden mermar la calidad de la fibra.

El rendimiento de algodón en rama está en función al número de bellotas y al peso de cada una de ellas; se puede lograr rendimientos que bordean los 4600 kg/ha (100qq), si la temperatura no es mayor a 35 °C ni menor a 16°C (Basurto, 1972). El factor genético juega un rol importante en el peso y forma de la bellota, éstas pueden tener de tres a cinco lóculos o carpelos normalmente; eso depende del género, por ejemplo, *G. barbadense* tiene tres lóculos, mientras que en *G. hirsutum* el número de estos es de cuatro a cinco (Ibid.).

El porcentaje de fibra es una característica que se obtiene de la relación de la cantidad de fibra entre el peso total del algodón cosechado (fibra y semilla). El algodón Tangüis puede llegar a un 40 % de fibra, teniendo esta característica una relación directa con la longitud de fibra, pero sin correlación con la finura de la fibra (Citado por Basurto, 2004), “Mientras el algodón Pima está en el rango de 38 % en condiciones normales” (Lazo, 2020). En el caso del efecto de la fertilización, Saleem (2010) determinó que esta si influye significativamente en el porcentaje de fibra.

Un indicador de la eficiencia de la semilla para producir fibra es el índice de fibra que se obtiene del registro del peso de fibra producida por 100 semillas, la mayor cantidad de fibra producida guarda relación con el diámetro y con la longitud de la semilla (Basurto, 1972). El medio ambiente tiene gran influencia sobre esta característica (Brown, 1976). A mayor disponibilidad de nutrientes y humedad en el suelo el valor de este índice es mayor.

2.4. Características de calidad de fibra

El uso textil del fruto del algodonero es el que más influencia la determinación de la calidad de la fibra, es así que en él se considera los aspectos de longitud, uniformidad, finura, resistencia a la tensión, estos aspectos son tomados como parámetros para efectos de mejoramiento en las variedades (Basurto, 1972). “El desarrollo de la fibra es muy sensible a condiciones ambientales adversas, baja disponibilidad de agua, temperaturas extremas y deficiencias de nutrientes” (Ritchie et al., 2004).

“Las variables climáticas que influyen en mayor medida en la calidad de fibra son la lluvia y la humedad relativa, aunque existen otros factores como la radiación solar que también pueden incidir en la calidad” (Gutiérrez, 1997). Cabe resaltar, según Oosterhuis y Jernsted (1999), que el desarrollo en el algodón Pima se inicia más temprano el desarrollo de la fibra.

La longitud de fibra es considerada como la característica de mayor valor industrial, es una característica varietal, pero su expresión final es modificada por las alteraciones del clima, suelo y agua que se presentan durante su alargamiento, la longitud de la fibra es controlada principalmente por factores genéticos y guarda relación directa con la resistencia de la fibra y con la finura (Basurto, 1972). Si la planta de algodón se expone a temperaturas extremas, estrés hídrico y deficiencia de nutrientes, resultará con mayor cantidad de fibras cortas

(Cotton Incorporated, 2018). La unidad se da en mm y se clasifican de la siguiente manera: fibra corta: <26 mm, fibra media: 27-32 mm, fibra larga: 33 – 36 mm, fibra extralarga: >36 mm (Clasificación HVI: High Volumen Instrument analiza muestras de alto volumen).

La uniformidad en la longitud de fibra (%) es una característica importante en la industria textil porque indica la longitud de hilo a obtenerse a partir de un determinado peso de fibra, a mayor uniformidad mayor longitud de hilo (Basurto, 2004). La uniformidad indica la relación entre la longitud media y la longitud media de la mitad superior de las fibras, expresada como porcentaje.

La uniformidad de longitud afecta la resistencia del hilo y la eficiencia del proceso de hilado, también está relacionado con el contenido de fibra corta. (Cotton Incorporated, 2018). Las condiciones ambientales y desmotado tienen un efecto dramático sobre la uniformidad de la fibra y el contenido de fibras cortas. (Gutiérrez, 1997), se clasifican de la siguiente manera: uniformidad < 77 %: muy baja, de 77-80 %: baja, 81-84 %: regular, 85-87 %: alta, uniformidad > 87 %: muy alta (Clasificación HVI).

“La finura es una característica hereditaria que está relacionada con el diámetro de la hebra (filamento de la fibra), el diámetro del lumen (canal central a través del cual se transportan nutrientes durante el crecimiento de la fibra) y el espesor de la pared de tubo que constituye la fibra” (Brown 1976). La unidad de medida de la finura es el micronaire, esta característica puede ser influenciada durante el período de crecimiento por condiciones ambientales tales como humedad, temperatura, luz solar, deficiencia de nutrientes.

“La finura también está influenciada por la longitud de la fibra” (Cotton Incorporated 2018), se clasifica de la siguiente manera, micronaire < 3.0: muy fina, entre 3.0 – 3.9: Fina, valores de 4.0- 4.9: es una finura media, 5.0-5.9: gruesa, y fibras con micronaire: > 6.0: Muy gruesa. (Clasificación HVI).

“La resistencia de la fibra es otra de las características esenciales que se debe tener presente en la selección de fibra ya que está relacionada con la resistencia y la durabilidad del tejido, existe una relación directa de resistencia y longitud de fibra de acuerdo a la variedad que se esté empleando” (Basurto, 1972).

La resistencia (gramos/ tex) se refiere a la oposición que realizan las fibras a una determinada fuerza. “La exposición a hongos, radiación UV y un clima seco puede debilitar las fibras, este carácter puede estar influenciado por las características ambientales de cada lugar” (Gutiérrez, 1997). Su clasificación es la siguiente: resistencia g/tex < 18.7: débil, g/tex 18.7 – 29.7: soportable, g/tex 20.8–22.8: medio, g/tex 22.9-24.9: resistente, y g/tex > 24.9: muy resistente. (Clasificación HVI).

2.5. Condiciones ambientales y respuesta del cultivo de algodón

El algodón es típico de las zonas cálidas, la germinación de la semilla se produce cuando se alcanza una temperatura superior a 14 °C. La floración necesita una temperatura media de los 20 a 30 °C y la maduración de la cápsula requiere una temperatura de entre 27 °C y 30 °C (MIDAGRI, 2020). Si las temperaturas son mayores a 30 °C en las primeras etapas puede favorecer un mayor desarrollo vegetativo de la planta de algodón, por consiguiente, se reduce el desarrollo de órganos reproductivos; por otro lado si las temperaturas son menores a 15 °C el algodón ralentiza su desarrollo, ya que al ser de origen tropical este cultivo prefiere temperaturas cálidas, la temperatura es clave para un desarrollo equilibrado, por tanto un buen balance entre el desarrollo vegetativo y reproductivo se da en el rango de 22 °C y 30 °C (Ibid.), Constable y Shaw (1988) determinaron que “a menos de 12 °C la planta cesa su desarrollo normal”.

La luz también cumple un rol importante en la producción. “En las zonas de mayor nubosidad se producen bellotas de menor peso y fibras opacas, mientras que la alta radiación solar permite lograr mejor matiz de la fibra” (Citado por Basurto, 2004). “El cultivo de algodón puede desarrollarse en suelos salinos porque tiene baja sensibilidad a la salinidad, sin embargo, aunque es sabido que es uno de los cultivos más tolerantes a la sal, puede ver afectado su crecimiento y producción final cuando se cultiva en suelos altamente salinos” (Francois, 1988), este cultivo también aprovecha el agua de la zona profunda mediante un sistema radicular muy eficiente (Basurto, 2004). “El cultivo del algodón se desarrolla de manera óptima en suelos de textura gruesa y profundos, pero en suelos arcillosos donde hay mayor retención de humedad es necesaria una mayor atención al riego y preparación del terreno para una buena aireación del suelo” (Távora, 2011).

El manejo del riego en el algodón es determinante para un desarrollo óptimo del cultivo, el exceso de agua puede ser igual de perjudicial que la deficiencia, un manejo equilibrado favorece un buen desarrollo del algodón en sus diferentes etapas fenológicas, bajo estas consideraciones el riego por goteo puede permitir una aplicación uniforme y eficiente del agua. Según (MIDAGRI, 2020). “Dependiendo del clima y de la duración del periodo vegetativo total, el requerimiento de riego del algodón varía entre 7000 a 9000 m³/ha” (Távora, 2011).

Otra de las prácticas culturales que más influye en los rendimientos del cultivo de algodón es la fertilización, el manejo del cultivo de forma intensiva necesita disponibilidad abundante de nutrientes y en periodos relativamente cortos. Broeto et al. (2013) indican que “el nitrógeno y el potasio están directamente relacionados con la formación de las fibras y cuando se proporcionan en forma adecuada, garantizan la calidad de las mismas”. “El cultivo de algodón requiere una cantidad suficiente y equilibrada de nutrientes minerales, nitrógeno, fósforo y potasio para desarrollarse de forma óptima, estos macronutrientes promueven respuestas positivas en el crecimiento y rendimiento del cultivo” (Arturi, 1984). En 2022 Marité Nieves indicó que los requerimientos de los fertilizantes cambian según la variedad o híbrido a utilizar.

2.6. La nutrición del cultivo

“El nitrógeno en el algodón incrementa el peso de la bellota y se concentra básicamente en las semillas, por tanto, el efecto sobre la producción de fibra sería mínimo, al incrementarse el fertilizante nitrogenado, el porcentaje de fibra tiende a disminuir” (Reyes, 2014). “El efecto del N en la calidad de la fibra no es muy grande, a niveles crecientes de N longitud de la fibra aumenta ligeramente y el efecto en la finura es indirecto, es decir se reduce el grosor de la fibra. El efecto general del N al parecer produce un incremento total de producción (fibra y semilla) al prolongar el periodo de fructificación” (Reyes, 2014). “El N incrementa principalmente el tamaño del capullo, esto se debe al incremento del tamaño de la semilla que tiene poco o ningún efecto sobre la producción de fibra” (Tucker y Tucker, 1968).

Una deficiencia de nitrógeno en el algodón produce semilla y partes vegetativas con bajo contenido proteico que limita el desarrollo de hojas y provoca un aceleramiento de la

madurez. El exceso de nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo acelerado e impide la pronta maduración del cultivo, generando una planta más atractiva para el ataque de plagas y enfermedades (Nieves, 2022).

Las formas de fósforo solubles en agua son recomendables y efectivas para el algodón y debido a que es absorbido por las raíces de las plantas principalmente por difusión, se recomienda dirigir la aplicación cerca de la zona radicular de la planta. El fósforo es esencial en la formación de semillas, para la división de células el desarrollo de tejidos meristemáticos. “La deficiencia de este elemento se observa cuando hay un lento crecimiento y desarrollo de la planta, pobre floración y fructificación, también retrasa la maduración, las hojas se tornan en un color verde oscuro y a veces de matices rojizos” (Donald, 1954), Nelson (1949), encontró que “el fósforo no tiene ninguna influencia en las propiedades de la fibra”.

“En algunos valles de la costa, debido al alto contenido de calcio en el suelo hay tendencia a la fijación del fósforo y del potasio. El primero porque parte del fósforo pasa a formar un complejo con el coloide del suelo, y el segundo por el antagonismo calcio-potasio” (Veramendi y Lam 2011). “La aplicación de fósforo debe realizarse al inicio del cultivo, para que pueda ser asimilado en las primeras etapas, dada la baja movilidad de este nutriente” (Nieves, 2022).

El potasio es un ion móvil en la planta por tanto las deficiencias se encuentran en las hojas más viejas, Según J. Halevy y M. Bazalet (1976) el potasio se necesita durante todo el periodo de crecimiento y desarrollo, gracias a la movilidad del elemento este transloca de hojas y ramas a los órganos reproductivos, “Casi 40% del total en la planta de este nutriente está presente en los capullos, brácteas y semillas” (Halevy, 1976; Mullins y Burmester, 1990). “El rápido desarrollo de bellotas grandes y la maduración de las bellotas promueven una alta demanda por translocación de potasio en la planta” (Snyder, 2003).

Palomo et al. (2004) evaluaron la respuesta del cultivo del algodón a diferentes niveles de N (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg) y hallaron que, el mayor rendimiento en rama se obtuvo con la dosis de 80 kg/ha y fue de 3.737 kg/ha. Por su parte Mullins y Burmester (1990) dijeron que para obtener 2500 kg/ha de algodón en rama. se requiere una fertilización NPK 157-41-101, en la misma línea de investigación Santana y Dos Santos (2008) hallaron que,

en suelos con fertilidad media, la planta de algodón respondió a la fertilización nitrogenada a la dosis de 180 kg/ha obteniendo 5203 kg/ha de algodón en rama, y en el caso de fósforo y potasio solo hubo respuesta significativa con la dosis de 60 kg/ha de P_2O_5 y 60 kg/ha de K_2O , obteniéndose 4792 y 4688 kg de algodón en rama respectivamente.

Ibrahim et al. (2010) evaluaron el efecto de niveles crecientes de nitrógeno (0, 30, 60, 90, 120 y 150 kg N/ha) en tres variedades de algodón hallando que los rendimientos en rama y fibra aumentaron significativa y progresivamente con cada dosis.

Por su parte Távara (2011) estima que para lograr una cosecha de 50 quintales/ ha de algodón rama requiere de 126 kg de nitrógeno/ ha, 29 kg/ha de fósforo y 69 kg/ha de potasio. En el caso del fósforo R. Pundarikakshudu en 1988 halló que la máxima absorción de nitrógeno, fósforo y potasio, ocurrieron cuando se aplicó 40 kg/ha de P, la aplicación de fósforo aumentó la longitud, dispersión, volumen y peso de las raíces. En un estudio de manejo de algodón, en suelo salino costero en el área del delta del río Amarillo, provincia de Shandong China, Cheng-Song XIN et al. (2010) probaron niveles de NPK, NP y NK, (165-39-112) kg/ha, hallando que el tratamiento NPK obtuvo el mayor rendimiento de biomasa y fibra entre los tratamientos independientemente de la salinidad.

Saleem et al. (2010) evaluaron el efecto de aplicaciones de N en el algodón y hallaron que el nivel de 120 kg de N/ha fue el mejor para obtener un mayor rendimiento y porcentaje de fibra, en esa línea Rashidi y Gholami (2011) hallaron que la aplicación de 200 kg de N/ha 4363 kg/ha, un incremento en 19.6% del rendimiento de algodón en rama respecto del testigo no fertilizado.

En cuanto el efecto de la fertilización sobre la calidad, Pervez et al. (2007) investigaron el efecto del potasio en la fibra de algodón, hallando que la longitud de la fibra, la finura y resistencia de la fibra aumentaron debido al sulfato de potasio. En un estudio de la Universidad de Ciencias Agrícolas de la India (Hosmath, 2013), se realizó un experimento de campo dónde se probó diferentes fraccionamientos de una dosis de N P K, aplicada en diferentes momentos y en combinación con aplicaciones foliares de N y K, observándose que la mayor longitud de fibra (33,1 mm) y resistencia a 24,8 g/tex fue con 120–60–60 kg N P_2O_5 K_2O /ha aplicada en tres partes.

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Ubicación

El ensayo se realizó durante la campaña 2021 – 2022 en la unidad de riego del Departamento Académico de Suelos de la UNALM

Latitud:	12° 05' 06"	Sur
Longitud:	76° 57'	Oeste
Altitud:	238	m.s.n.m.

3.2. Condiciones climáticas

Las variables climáticas registradas durante el ensayo se presentan en la tabla 1, resalta el registro de temperaturas que descendieron hasta 8.4 °C, coincidiendo esta mínima con la etapa de desarrollo de bellotas, en la figura 1 se presenta las temperaturas de acuerdo a los días de cultivo, siendo el rango entre mínima y máxima de 8.4 °C y 28 °C respectivamente.

Tabla 1: Variables climáticas durante el ensayo

Estadios fenológicos del cultivo	T. Máxima °C	T. Mínima °C	HR (%)	Horas de luz
Siembra	22.8	15.5		
Germinación	22.8	16.8	78.4	12:42:31
Aparición de hojas verdadera	22.2	16.6	75.5	12:51:29
Elongación del tallo principal	25.0	15.6	72.0	12:30:50
Aparición del primer botón floral	28.0	17.5	79.2	12:31:08
Botoneo antes de apertura	27.3	15.8	70.2	12:11:20
Floración Plena	26.8	19.3	77.4	11:51:31
Desarrollo de bellotas	25.6	14.0	77.4	11:51:31
Llenado de Bellotas	23.0	12.5	80.6	11:35:33
Maduración de Bellotas	21.2	8.4	90.1	11:27:58
Apertura de bellotas	21.0	10.2	91.8	11:31:57

FUENTE: Estación meteorológica Von Humboldt UNALM 2022, Boletín mensual SENAMHI y Dataandtime.info

3.3. Características fisicoquímicas del suelo

La tabla 2 muestra las características físico químicas del suelo donde se realizó el ensayo y en la tabla 3 se observa el análisis químico del agua de riego utilizada en esta investigación.

Tabla 2: Análisis del suelo empleado en la fase de campo

Característica	Valor	Clasificación
Arena (%)	64	-
Limo (%)	21	-
Arcilla (%)	15	-
Clase textural		Franco arenoso
pH en H ₂ O (1:1)	7.52	moderadamente básico
Conductividad eléctrica Ee (dS m ⁻¹)	5.6	moderadamente salino
CaCO ₃ (%)	3.43	Ligeramente calcáreo
Materia orgánica (%)	0.71	Muy bajo
Fósforo disponible (mg kg ⁻¹)	22.5	Medio
Potasio disponible (mg kg ⁻¹)	166	Medio
CIC (cmol _c kg ⁻¹)	13.1	Bajo
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	9.81	Medio
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2.42	Alto
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.49	Bajo
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.41	optimo
Al ³⁺ + H ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.0	-
PSB (%)	100	No se encuentran iones hidrogeno en los coloides

FUENTE: Laboratorio de Análisis de aguas, suelos y fertilizantes 202

Los resultados indican que el suelo es franco arenoso, ideal para el cultivo del algodón, con un pH moderadamente básico de 7.5. La disponibilidad de macronutrientes NPK es variable, el nitrógeno es limitado y el fósforo y potasio se encuentran a nivel medio. La conductividad eléctrica (CEe) del suelo indican salinidad moderada, no es un problema ya que el cultivo del algodón es resistente a las sales. Resalta el bajo nivel de materia orgánica, con 0.71 % por consiguiente hay deficiencia de nitrógeno. Las relaciones catiónicas indican para Ca/Mg = 4.0, para Ca/K = 20 y Mg/K = 4.9 indicando que el magnesio se encuentra a niveles altos respecto de Ca y K, lo que puede afectar la normal absorción de estos elementos.

Tabla 3: Calidad de agua durante el ensayo

Determinación	(unidad)	Valor	Calificación
pH		6.79	neutro
C.E.	dS/m	3.17	Muy alta
Calcio	meq/L	14.7	bajo
Magnesio	meq/L	5.17	alto
Potasio	meq/L	0.26	bajo
Sodio	meq/L	10.96	alto
SUMA DE CATIONES		31.09	
Nitratos	meq/L	0.31	Bajo
Carbonatos	meq/L	0.0	-
Bicarbonatos	meq/L	1.5	Medio
Sulfatos	meq/L	8.67	bajo
Cloruros	meq/L	20.0	Alto
SUMA DE ANIONES		30.48	
Sodio	%	35.26	Alto
RAS		3.48	Sin riesgo de alcalinidad
Boro	ppm	0.95	Medio
Clasificación		C4-S1	

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF – UNALM 2022)

Se observa un pH neutro y una CE alta que clasifica el agua de riego con restricciones por salinidad, por la presencia de bicarbonatos se podría observar obturaciones en emisores en las líneas de riego. Para fines de este ensayo la calidad del agua no fue un factor que influyera negativamente en los rendimientos finales ya que el cultivo de algodón presenta alta resistencia al exceso de salinidad y baja sensibilidad a las sales.

3.4. Variedades de algodón

Massaro:

Se obtuvo en 1972, según el Ing. Luis Massaro Gatnau, en un campo del cultivar Cñ – W – 452– 66 (linaje de Cañete) se identificó una planta con una gran producción, se necesitó 5 campañas para evaluar y estabilizar las características deseadas.

En la actualidad se cultiva Massaro mejorado (LMG 2 – 95) en los valles de Chincha y Pisco principalmente y las características que resaltan son, una buena capacidad productiva, finura de fibra 5.5 micronaire, resistencia 31.5 g/tex y un color blanco.

UNA N° 1:

Esta variedad fue obtenida en el Programa de Investigación y Proyección Social en Algodón de la Universidad Nacional Agraria La Molina (PIPSA), se obtuvo mediante el proceso de selección genealógica (de cada línea seleccionada se escoge de dos a cinco plantas, se mantienen las que tienen las características deseadas y se eliminan las no deseadas), es un algodón Tangüis. Resalta su precocidad, periodo vegetativo 210 días en promedio, longitud de fibra 32 mm, finura de 5.0 micronaire, y su color blanco brillante. (PIPSA, 2021)

“Molinero extra largo”

“Molinero extra largo” es el resultado de progenitores Tangüis y Pima, obtenida en el Programa de Algodón de la Universidad Nacional Agraria La Molina, del cruce del mejor linaje de UNA N° 1 (selección de plantas con mejores e iguales características) con polen de la variedad Pima. Resalta por sus características en calidad de fibra; color blanco brillante, longitud de fibra mayor a 36 mm y una finura de 4.4 a 4.6 micronaire, en la actualidad está en proceso de registro en Indecopi”, así lo indicó el Ing. Veramendi del Programa de Investigación y Proyección Social en Algodón de la Universidad Nacional Agraria. Lima Perú (PIPSA, 2021).

La fenología de las variedades en estudio se muestra en la tabla 4, distinguiéndose 10 etapas diferenciadas durante el crecimiento, desde la germinación hasta la senescencia del cultivo y cómo se desarrollaron bajo las condiciones del ensayo. (La siembra de las tres variedades se realizó el 18 de noviembre 2021).

Tabla 4: Fenología de tres variedades de algodón (días desde la siembra)



Etapas Fenológicas	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Descripción	Germinación	Inicio de crecimiento	Elongación del tallo principal	Aparición del Primer botón floral	Inicio de Apertura de flores	Floración plena	Desarrollo de bellotas	Maduración de bellotas	Apertura de bellotas	Senescencia
	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)	(días)
V. MASSARO	5	19	40	80	105	120	125	180	210	240
V. UNA N°1	5	19	40	80	105	120	130	180	210	240
V. Molinero extra largo	5	16	40	73	100	120	140	190	230	260

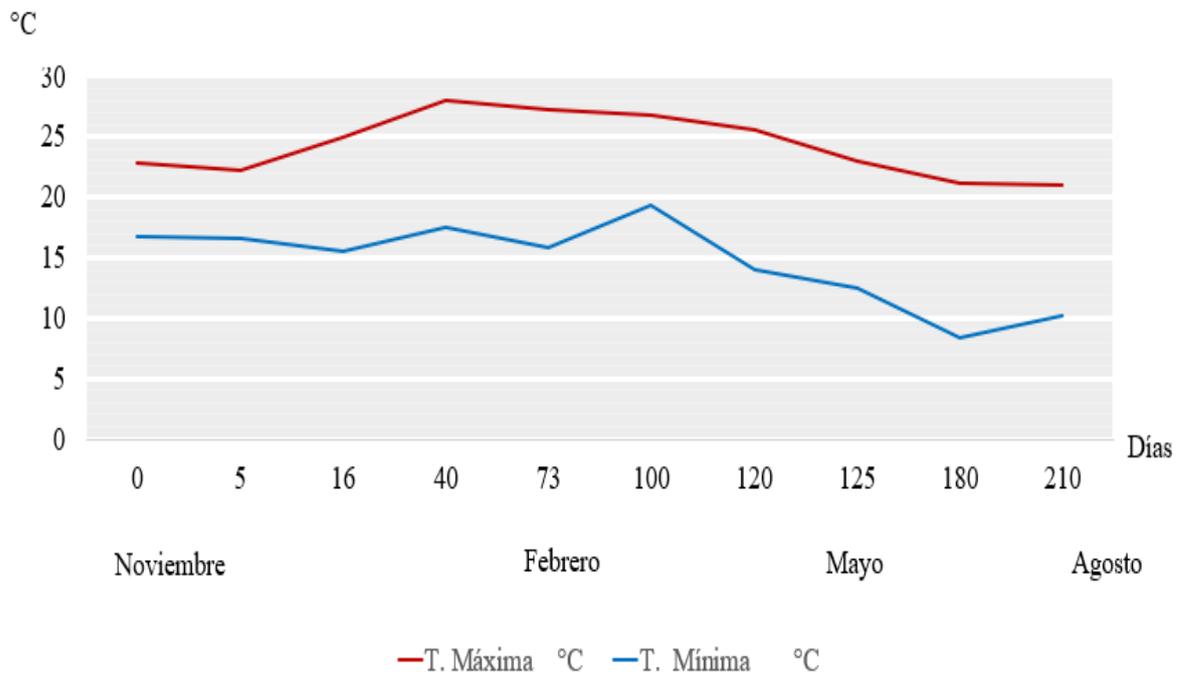


Figura 1: Temperatura y días de cultivo después de la siembra

En la figura 1 se observa que las temperaturas empiezan a descender a los 120 días (floración plena), alcanzando las mínimas temperaturas a los 180 días de cultivo (Llenado de bellotas).

3.5. Factores en estudio:

En el presente estudio se trabajaron dos factores:

Variedades

- V1: MASSARO (Tangüis)
- V2: UNA N°1 (Tangüis)
- V3: Molinero extra largo (Tangüis x Pima)

Niveles de Fertilización NPK

Los niveles de fertilización nitrogenada, fosforada y potásica en estudio en la presente investigación se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Niveles de fertilización aplicados en el ensayo

Niveles de fertilización	N	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O
Testigo (NPK0)	0	0	0
Bajo (NPK1)	80	40	80
Medio (NPK2)	120	60	120
Alto (NPK3)	160	80	160

Fuentes

Fuente nitrogenada: nitrato de amonio (33 % N)

Fuente potásica: sulfato de potasio (50 % K₂O)

Fuente fosforada: fosfato monoamónico (61 % P₂O₅ 12 % N)

3.6. Tratamientos

Los tratamientos propuestos en la presente investigación se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: Tratamientos ensayados

Tratamientos	Factores	
	Variedad	Niveles de fertilización
VI x NPK0	MASSARO	Testigo
VI x NPK1	MASSARO	Bajo
VI x NPK2	MASSARO	Medio
VI x NPK3	MASSARO	Alto
V2 x NPK0	UNA N°1	Testigo
V2 x NPK1	UNA N°1	Bajo
V2 x NPK2	UNA N°1	Medio
V2 x NPK3	UNA N°1	Alto
V3 x NPK0	Molinero extra largo	Testigo
V3 x NPK1	Molinero extra largo	Bajo
V3 x NPK2	Molinero extra largo	Medio
V3 x NPK3	Molinero extra largo	Alto

3.7. Campo experimental

Las características del campo experimental se presentan en la tabla 7:

Tabla 7: Características de la unidad experimental

N° de líneas de gotero	12
Distancia entre líneas	1.25 m
Largo de líneas	13.2 m
N° de Bloques	4
Calle entre bloques	0.6 m
N° de unidades experimentales (UE) por bloque	12
N° total de UE	48
N° total de plantas UE	14
Largo de UE	2.7 m
Ancho de UE	1.25 m
Área de UE	3.4 m ²
Área total de campo experimental	162 m ²

3.8. Labores culturales

Previamente a la instalación del ensayo se limpió de rastrojos el área experimental, se acondicionó y evaluó el sistema de riego por goteo determinándose el coeficiente de uniformidad (CU) y renovando laterales de riego y goteros obturados. Posteriormente se procedió a acondicionar el área y se preparó las camas para la siembra.

En la figura 2 y 3 se observa la germinación del algodón y aparición de los cotiledones. En la tabla 8 se presenta resumen de labores realizadas en campo.

La fecha de instalación de este experimento fue el 18 de noviembre 2021. La germinación inició en el día 5, considerando el día de la siembra como el día 0.



Figura 2: Germinación, día 5



Figura 3: Aparición de cotiledones, día 9

En cada unidad experimental se sembró una variedad



Figura 4: Variedad MASSARO, día 35



Figura 5: Variedad UNA N°1, día 35



Figura 6: Variedad Molinero extra largo, día 35

3.9. Materiales

En la tabla 8 se observa los materiales e insumos utilizados y las actividades realizadas durante el cultivo, durante el crecimiento del tallo a la tercera semana de germinación se aplicó sulfato de calcio (Calmax) como enmienda se aplicó a todos los tratamientos por igual.

Tabla 8: Materiales y actividades durante el cultivo de algodón

Fecha	Actividades
2/11/2021	Preparación del terreno, con pico, pala, rastrillo
17/11/2021	Acondicionamiento de subparcelas, pabito, letrero, cintas.
29/11/2021	Conteo de plantas germinadas y riego
8/12/2021	Desmalezado con escarda y a mano
9/12/2021	Aplicación de Calmax al drench(sulfato de calcio), riego
10/12/2021	Aplicación de methomyl en polvo al cuello de planta y yemas apicales.
15/12/2021	Riego
16/12/2021	Raleo de plantas, deje 1 planta por golpe
18/12/2021	1ra fertilización fósforo, riego, balde calibrado, jarra medidora, balanza digital
20/12/2021	Fotos y registro fenológico. Desmalezado
23/12/2021	2da fertilización fósforo
27/12/2021	Methomyl en polvo a yemas apicales, mochila de 20L
30/12/2021	3ra fertilización fósforo, riego
6/01/2022	4ta aplicación de fósforo y primera de nitrato de amonio, riego
7/01/2022	Aplicación de metomyl, quieto y fertilizante foliar orgánico(NPK, calcio, magnesio y micronutrientes) 1 L por cilindro
10/01/2022	Registro fenológico
13/01/2022	2da fertilización nitrato de amonio, riego
20/01/2022	3ra aplicación de nitrato de amonio y 1ra de sulfato de potasio , riego
26/01/2022	Aplicación de deltametrina dosis 250 ml/cilindro
29/01/2022	4ta aplicación de nitrato de amonio y segunda de sulfato de potasio
5/02/2022	3ra aplicación sulfato de potasio y registro fenológico
10/02/2022	4ta aplicación sulfato de potasio, riego
15/03/2022	Evaluaciones fenológicas, riego, block de notas, lápiz, celular
27/03/2022	Riego, control cultural de plagas
10/04/2022	Evaluaciones fenológicas, riego, fotos
30/04/2022	Riego, control cultural de plagas
10/06/2022	Evaluaciones de campo, block de notas, lápiz, borrador
2/07/2022	Inicio de cosecha, bolsas de papel, sacos de algodón.
5/09/2022	Fin de cosecha
5/10/2022	Análisis de fibra con equipo HVI en laboratorio de calidad de fibra, balanza digital, bolsas de papel, etiquetas.

3.10. Fertilización y riego

Fertilización

Se aplicó en primer lugar el fósforo de la tercera a la sexta semana (después de la emergencia de la planta), seguido del nitrógeno de la sexta a la novena semana, y en tercer lugar el potasio de la semana ocho a la semana once, después de la emergencia de la planta. La aplicación de fósforo (fuente fosfato monoamónico) se fraccionó en cuatro partes iguales, previa disolución en un recipiente graduado de 20 L por tratamiento, y se aplicó cerca de la zona de raíces. Este procedimiento se realizó durante cuatro semanas consecutivas en la etapa inicial del crecimiento del cultivo, con un riego de 30 minutos para una buena distribución. Los niveles de fertilización en estudio fueron: 0-40-60-80 kg/ha P_2O_5 . (0- 0.3- 0.4 - 0.5 kg de fosfato monoamónico)

La aplicación de nitrógeno (fuente nitrato de amonio) se fraccionó en cuatro partes iguales, previa disolución en un recipiente graduado de 20 L por tratamiento, Este procedimiento se realizó durante cuatro semanas consecutivas en la etapa de elongación del tallo, el riego posterior a la aplicación tuvo una duración 30 minutos. Los niveles de fertilización en estudio fueron: 0 - 80 -120 -160 kg/ha de N (0 - 0.9 - 1.3 - 1.8 kg de nitrato de amonio).

La aplicación de potasio (fuente sulfato de potasio) se fraccionó en cuatro partes iguales, previa disolución en un recipiente graduado de 20 L por tratamiento, este procedimiento se realizó durante cuatro semanas consecutivas en la etapa de floración del cultivo, el riego posterior a la aplicación tuvo una duración de 30 minutos. Los niveles de fertilización en estudio fueron: 0 – 80 -120 -160 kg/ha de K (0 - 0.7 - 1.0 - 1.3 kg de sulfato de potasio)

Riego

En la presente investigación se aplicó la misma cantidad de agua a todos los tratamientos en los cuatro bloques y se distribuyó de la siguiente manera: Para preparación de parcelas y desplazar sales se aplicó el equivalente 925.93 m³/ha, este aporte permitió un buen acondicionamiento de las sub parcelas; el día de la siembra y durante los días de emergencia se dotó al campo el equivalente de 393.83 m³/ha. Durante el cultivo se aportó agua de manera fraccionada y siempre después de la fertilización, en la figura 7 vemos que la mayor dotación de agua se dio durante el crecimiento vegetativo y llenado de bellotas, momentos

de mayor demanda de agua de este cultivo. En total se dotó al campo el equivalente de 4034 m³/ ha.

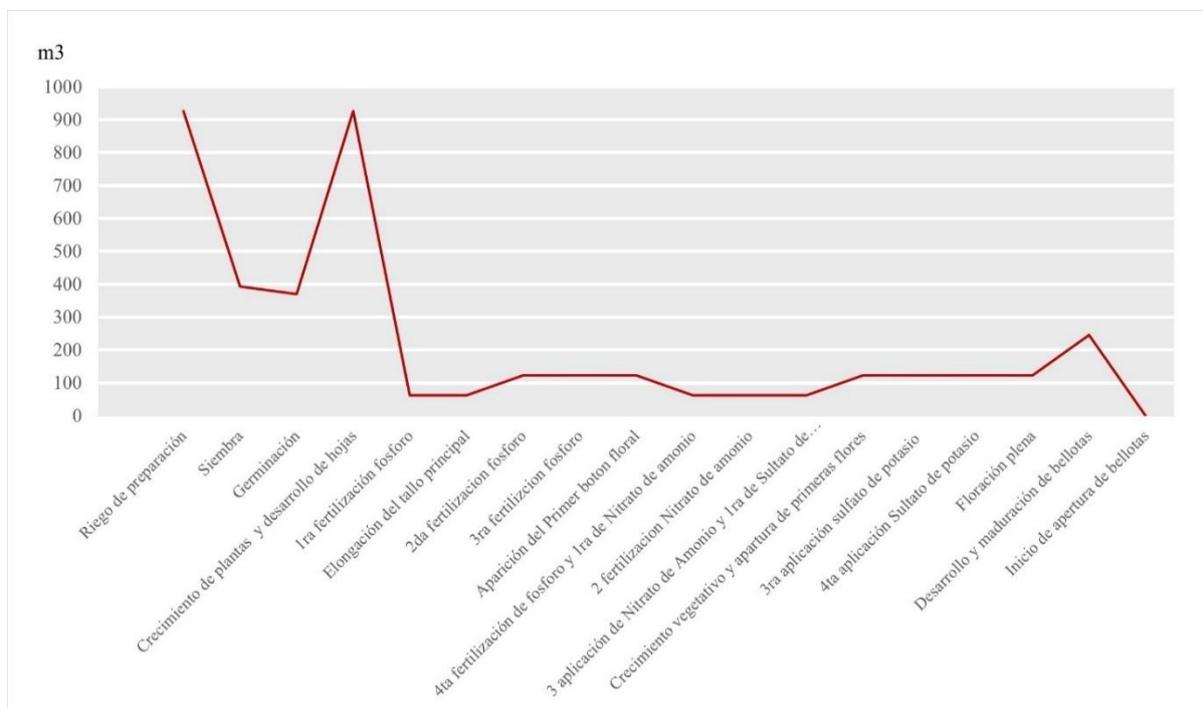


Figura 7: Riego expresado en m³/ha en el presente estudio

3.11. Metodología

Para el registro de los datos en campo se seleccionaron al azar dos plantas en cada unidad experimental, en cada uno de los 12 tratamientos por bloque, teniendo en total en campo 96 plantas seleccionadas de manera aleatoria.

- Características Productivas:

Producción de algodón en rama kg/ha: Se recogió de forma manual el total de la producción de cada unidad experimental y se procedió al pesado con una balanza de precisión de cuatro cifras significativos, en total se cosechó y registró la producción de las 48 unidades experimentales que corresponden a los 12 tratamientos en los 4 bloques y se expresó la cosecha total en kg/ha. (Balanza utilizada OHAUS AUTOGRAM 1000)

Porcentaje de fibra: Se obtuvo dividiendo el peso total de fibra, obtenida después del desmote, entre el peso total de bellotas multiplicado por cien.

Producción de algodón en fibra kg/ha: Se obtiene de multiplicar el peso de algodón en rama por el porcentaje de fibra obtenido por tratamiento.

Peso de bellota (g): Este valor se obtiene pesando 10 bellotas seleccionadas al azar de las plantas seleccionadas por cada unidad experimental y se obtiene un promedio de peso de bellota en gramos por tratamiento.

Índice de semilla: Indicador que expresa el peso de 100 semillas tomadas al azar de las bellotas de las plantas seleccionadas por tratamiento.

Índice de fibra: Se obtiene multiplicando el índice de semilla por la relación resultante del peso de fibra entre el peso total de semillas correspondientes a 10 bellotas.

Índice del primer simpodio: Para obtener este valor se ubica la cicatriz dónde estuvieron los cotiledones y se toma esa posición como cero, desde esa posición se cuenta los siguientes nudos hasta ubicar la primera rama frutera y esa posición se determina índice de primer simpodio

Índice de inserción de rama vegetativa: Se ubica la cicatriz dónde estuvieron los cotiledones y se toma como nudo cero, desde esa posición se inicia el contero hacia arriba hasta ubicar la primera rama vegetativa, así se determina su índice, la rama vegetativa suele estar en posiciones inferiores a las ramas fruteras.

Acude: Se obtiene en gabinete y es la relación de la cantidad de algodón rama (g) y la cantidad de algodón fibra (g). Esta relación es mayor a uno.

Esta metodología es del Programa de Investigación y Proyección Social en Algodón de la UNALM (PIPSA, 2022))

- **Características morfológicas**

Altura de planta (m): Para obtener este valor, se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice.

Longitud de entrenudos (cm): Para obtener este dato se tomó la longitud total de la planta y se dividió entre el número de nudos

Número de ramas fruteras: Se realizó conteo de todas las ramas considerando la primera desde el primer simpodio hasta el ápice de la planta.

Número de ramas vegetativas fruteras: Se cuenta las ramas vegetativas fruteras en toda la planta.

Número de ramas extraordinarias: Se observó si había presencia de ramas extraordinarias y se realiza conteo.

Número de flores por planta: Se registra todas las flores que se formaron en la planta a lo largo del cultivo.

Número de bellotas por planta: Se registra todas las bellotas logradas que forman parte de la producción final.

Porcentaje de Shedding: Se obtiene dividiendo el número de bellotas logradas entre el número de flores totales. Considerando que el número de flores totales es el 100%.

Esta metodología es del Programa de Investigación y Proyección Social en Algodón de la UNALM (PIPSA, 2022))

- **Características de calidad de fibra**

Los valores que se muestran en este experimento se hallaron en el laboratorio de la empresa Algodonera SAC (2022), empresa peruana con sede principal en Ate, empresa de preparación e hilado de fibras textiles, tiene un laboratorio de análisis de calidad de fibra de última generación.

El análisis de las muestras de algodón se realizó con un equipo conocido como el Instrumento de Alto Volumen (HVI). Se entregó la fibra (fibra de 10 bellotas de plantas

seleccionadas) obtenida por cada tratamiento con sus repeticiones, en total se entregaron 96 muestras.

HVI: Equipo denominado en Ingles “High Volume Instrument”, cuyo significado en español es la utilización de un instrumento de medición para altos volúmenes de fibra, con este equipo la industria textil logra clasificar objetivamente la calidad del algodón ya que otorga resultados precisos. Con el HVI se puede medir las características definidas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en su sistema de comercialización del algodón. Mide la longitud de la fibra, resistencia, uniformidad, micronaire, color y basura. (Manual HVI, 2008). HVI consiste en varios módulos automatizados que analizan la fibra con las cámaras de video y escáneres incorporados, determinando cada una de las características en forma de dígitos, los cuales aparecen automáticamente en la pantalla de la computadora.

El proceso inicia tomando las muestras que se enviaron (20g aproximadamente) se coloca en la bandeja donde se encuentra la cámara para determinar el color, después pasa por el sistema de peines para obtener todos los parámetros a excepción del micronaire que tiene un módulo especial para obtener la finura.

Longitud de fibra (mm): El equipo mide el promedio de la parte más larga de la muestra y se expresa en mm.

Uniformidad (%): Se obtuvo del promedio de la Longitud/UHML x 100 (El promedio de la parte más larga de la muestra), y el total es expresado como porcentaje.

Finura de fibra (micronaire): Se mide mediante la prueba de resistencia al paso de aire de compresión doble, aunque para obtener una información más detallada se utilizan mediciones de fibras aisladas, la unidad de medida de la finura es el micronaire.

Resistencia (g/tex): Valor obtenido de someter un mechón de fibra pinzada por el peine del equipo de análisis, es la resistencia de dichas fibras ante la aplicación de fuerza del HVI hasta que la fibra se rompe.

3.12. Diseño experimental

El experimento se condujo bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Las variedades de algodón y los niveles de fertilización fueron dispuestos aleatoriamente en las unidades experimentales dentro de cada bloque, 12 tratamientos por cada bloque, el procesamiento de la información se realizó con un arreglo factorial (dos factores: nivel de fertilización y variedades) de 4 x 3, porque son 4 niveles de fertilización. y 3 variedades de algodón En la tabla 9 el diseño experimental.

Tabla 9: Diseño experimental del ensayo

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Bloques	(r-1)	3
Variedades de algodón	(a-1)	2
Niveles de fertilización NPK	(b-1)	3
Interacción, niveles de fertilización x variedades	(a-1)(b-1)	6
Error experimental	(ab - 1) (r -1)	33
Total	(abr-1)	47

a = Número de variedades de algodón: 3,

b = Niveles de fertilización: 4

Grados de libertad del tratamiento: $ab - 1$: 11

3.13. Tratamiento estadístico de datos

Se realizó el análisis de varianza de los promedios de los valores tomados en campo, así como los resultados registrados en gabinete y en laboratorio de calidad de fibra; dichos valores también fueron sometidos a la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05. El análisis estadístico se realizó a través de la aplicación del software SAS, versión 9.4 (SAS Institute, 2013). En la tabla 9 se observa el diseño experimental y en la figura 8 el croquis de disposición de los tratamientos en campo.



Figura 8: Croquis de la disposición de tratamientos en campo

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La presente investigación se planteó con 12 tratamientos (ver tabla 6) los cuáles se distribuyeron de manera aleatoria en 4 bloques. Los resultados de la comparación de medias Duncan se presentan de manera integrada en las tablas de resultados.

4.1. Características de capacidad productiva

El principal parámetro de capacidad productiva del cultivo de algodón es el rendimiento kg/ha, tanto en rama como en fibra, en los Anexos 1 al 8 se presentan todos los datos obtenidos por tratamiento y bloque, datos que dan origen a las tablas que se presentarán a continuación.

Algodón en rama (kg/ha)

La aplicación de los niveles de NPK afectó significativamente el rendimiento en rama (kg/ha) de las tres variedades de algodón en estudio, en la tabla 10 se presenta los resultados obtenidos, al respecto, el análisis de variancia del combinado indica diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y para variedades de algodón, también los efectos de interacción resultan significativos ($p < 0.05$), ver Anexos 16 y 17 (ANVA). El análisis de los efectos simples indica que las tres variedades de algodón presentan diferencias altamente significativas al factor fertilización NPK ($p < 0.01$); en el caso del factor variedad hay diferencias altamente significativas con NPK1: 80-40-80, mientras que para la interacción con NPK0, NPK2, y NPK3 las diferencias son significativas ($p < 0.05$).

El mayor rendimiento de algodón en rama caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con un rendimiento de 3888 kg/ha, siendo el incremento del 46 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 30 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 12.8 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón extra largo presenta el mayor rendimiento en rama, con de 3589 kg/ha presenta incrementos del 12 % respecto la variedad UNA N° 1 y de 22.5%

respecto de la variedad MASSARO. En general el mayor rendimiento de algodón en rama se presenta en la variedad UNA N°1, con 4105 kg/ha, similar a la variedad extralargo a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor rendimiento caracteriza a la variedad MASSARO a nivel del testigo no fertilizado con 2423 kg/ha y una diferencia porcentual de 69.4 %.

Tabla 10: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el rendimiento en rama de tres variedades de algodón kg/ha

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	kg/ha	
NPK 0 0 0	2423 c	2655 c	2893 b	2657 D	100
NPK 80 40 80	2594 c	2773 c	3592 a	2986 C	112
NPK 120 60 120	3183 b	3334 b	3818 a	3445 B	130
NPK 160 80 160	3509 a	4105 a	4052 a	3889 A	146
Promedio de Variedades	2927	3217	3589		
Índice %	91	100	112		

Las letras diferentes en las columnas indican que hay diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 11: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades de rendimiento en rama kg/ha

Efectos principales	Promedio variedades kg/ha	Efectos simples	NPK 0	NPK 1	NPK 2	NPK 3
			kg/ha			
V3 x NPK (Molinero extra largo)	3589 A	V3 (Molinero extra largo)	2893 a	3592 a	3818 a	4052 a
V2 x NPK (UNA N°1)	3217 B	V2 (UNA N°1)	2655 b	2773 b	3334 ba	4105 a
V1 x NPK (MASSARO)	2927 C	V1 (MASSARO)	2423 c	2594 b	3183 b	3509 b

Las letras diferentes en las columnas indican que hay diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general del rendimiento en rama en este ensayo fue de 3244 kg/ha; en general, se observa que a niveles crecientes de NPK existe una respuesta directa y positiva en el rendimiento de algodón en rama de las tres variedades (ver figura 4), estos resultados van en la línea de lo reportado por Irigoyen (2000) quien concluye que, existe una tendencia positiva al aumento de la fertilización NPK en condiciones normales, de igual manera Cheng-Song XIN (2010) halló que con la aplicación de NPK 165-39-112 kg/ha en algodón bajo condiciones de salinidad, se obtuvo el mayor rendimiento en rama y fibra, resultado que corrobora lo que afirma Francois (1988), que el cultivo de algodón puede desarrollarse en suelos salinos porque tiene baja sensibilidad a la salinidad.

Los resultados se pueden comparar con lo hallado por Santana y Dos Santos (2007) que encontraron respuesta significativa con 180 kg/ha de N obteniendo 5203 kg/ha de algodón en rama, mientras que con aplicaciones de 60 kg/ha de PK, el rendimiento fue de 4600 kg/ha de algodón rama, esto nos da luces de la importancia del nitrógeno como lo indica Reyes (2014) ya que, este nutriente puede estar directamente relacionado con la producción de algodón en rama, porque al favorecer un crecimiento vegetativo equilibrado puede incrementar el número de posiciones florales y futuras bellotas en las ramas productivas, de igual forma el fósforo contribuye a tener plantas fuertes gracias a un buen desarrollo radicular, así mismo “para un buen rendimiento de algodón en rama el potasio es esencial, ya que siendo un ion móvil juega un rol muy importante en la translocación de fotosintatos a los órganos reproductores” (Snyder, 2003) y esto se ve reflejado en el peso final del algodón en rama. Es muy probable que la respuesta positiva a la fertilización se deba en gran medida a la fertilización con nitrógeno, ya que el análisis de suelo mostró materia orgánica muy baja (0.71 %) por tanto la aplicación de nitrógeno fue oportuna y debe haber sido muy bien aprovechada por las plantas.

Cabe resaltar que según el análisis de los efectos simples para fertilización, la nueva variedad “Molinero extra largo” muestra respuestas estadísticamente similares con los niveles NPK1, NPK2, NPK3 comparadas con NPK0 testigo, este resultado va en la línea de lo hallado por otros investigadores que encontraron respuesta del algodón a niveles bajos de fertilización, como R. Pundarikakshudu (1988) que encontró respuesta positiva en el rendimiento con aplicaciones bajas de 40 kg/ha de P y Palomo et al. (2002) observaron que el mejor rendimiento de algodón se dio con la dosis de 80 kg/ha de N. Si bien es cierto que “Molinero extra largo” obtiene 4052 kg/ha con NPK3 160 80 160, en realidad este resultado es similar

estadísticamente a lo obtenido a nivel de NPK1 80 40 80, 3592 kg/ha de algodón en rama, siendo esta información de utilidad para los agricultores, ya que esta variedad al parecer responde eficientemente a niveles bajos de fertilización, ver figura 9.



Figura 9: Rendimiento de algodón en rama por nivel de fertilización NPK (kg/ha)

Rendimiento de Fibra kg/ha

Las tres variedades de algodón en estudio respondieron de diferente manera a la aplicación de NPK en el rendimiento de fibra en kg/ha, en la tabla 12 se presenta resultados; al respecto, el análisis de varianza del combinado indica que si existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y para variedades de algodón hay diferencias significativas ($p < 0.05$). También se observa que los efectos de interacción resultan significativos, ver Anexos 18 y 19 (ANVA).

El análisis de los efectos simples de la fertilización NPK con cada una de las variedades indica diferencias altamente significativas, y en el caso de la interacción de variedades con cada uno de los niveles NPK se encontró que con NPK0 nivel testigo existen diferencias significativas y con NPK1: 80-40-80 la diferencia es altamente significativa.

A nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 se obtiene el mayor rendimiento de algodón en fibra con 1364 kg/ha siendo el incremento del 48.5% respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 34.4 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 14.4 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha de NPK. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad Molinero extra largo presenta el mayor rendimiento en fibra con 1200

kg/ha, mostrando un incremento respecto de la variedad UNA N°1 de 8.5 % y de 12.9 % respecto de la variedad MASSARO. En general, el mayor rendimiento de algodón en fibra se presenta en la variedad UNA N°1, con 1404 kg/ha, similar a la variedad MASSARO y extra largo a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha. El menor rendimiento caracteriza a la variedad MASSARO a nivel del testigo no fertilizado con 830 kg/ha y una diferencia porcentual de 69 %.

Tabla 12: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el rendimiento de fibra de tres variedades de algodón (kg/ha)

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	kg/ha	
NPK 0 0 0	830 c	917 c	1009 c	919 D	100
NPK 80 40 80	909 c	948 c	1189 b	1015 C	110
NPK 120 60 120	1157 b	1155 b	1265 ab	1192 B	130
NPK 160 80 160	1353 a	1404 a	1336 a	1364 A	149
Promedio de Variedades	1062	1106	1200		
Índice %	96	100	109		

Las letras diferentes en las columnas indican que hay diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 13: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades para rendimiento de fibra (kg/ha)

Efectos principales variedades	Promedio de variedades kg/ha	Efectos simples variedades	NPK 0 kg/ha	NPK 1 kg/ha
V3 x NPK (Molinero extra largo)	1200 A	V3 (Molinero extra largo)	1009 a	1189 a
V2 x NPK (UNA N°1)	1106 B	V2 (UNA N°1)	917 ba	948 b
V1 x NPK (MASSARO)	1062 B	V1 (MASSARO)	830 b	909 b

Las letras diferentes en las columnas indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general de rendimiento en fibra de este experimento fue de 1123 kg de fibra/ha; por otro lado, se observa que, a nivel de efectos simples de variedades, “Molinero extra largo” se diferencia significativamente de UNA N°1 y MASSARO a nivel de testigo NPK0 y NPK1 80-40-80 kg/ha, lo que parece indicar que para Molinero tiene una mejor respuesta a baja fertilización.

En general, las variedades de algodón en estudio responden de manera directa a los niveles crecientes de fertilización en el rendimiento de fibra kg/ha (figura 10), estos resultados concuerdan con lo reportado por Rashidi y Gholami (2011) y Saleem (2010) que encontraron que la fertilización 120 kg/ha y 200 kg/ha de N tienen un efecto positivo el rendimiento de algodón rama y fibra, así mismo Kappes et al. (2016) hallaron que el rendimiento de la fibra de algodón fue afectado positivamente por niveles crecientes de N (20-40-60-80 kg/ha) y K (0-40-80-120 kg/ha), ver figura 11.



Figura 10: Rendimiento de algodón en fibra por nivel de fertilización NPK

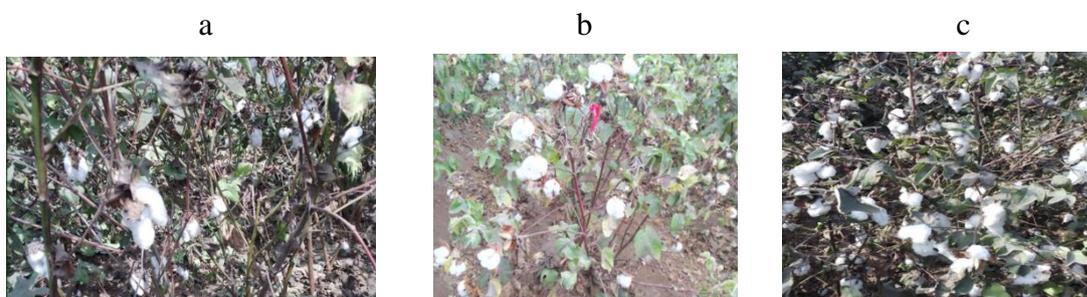


Figura 11: Vistas de las plantas de algodón a 240 días después de la siembra:

a) var. MASSARO, b) var. UNA N°1, c) var. “Molinero extra largo”

Porcentaje de fibra (%)

El efecto del nivel de fertilización NPK sobre el porcentaje de fibra en tres variedades de algodón no fue significativa, en la tabla 14 se presentan los resultados; al respecto el análisis de variancia del combinado indica que no existe diferencias estadísticas para niveles de fertilización NPK, sin embargo; para variedades de algodón las diferencias son altamente significativas ($p < 0.01$). Los efectos de interacción resultan significativos ($p < 0.05$), ver Anexos 20 y 21 (ANVA).

El análisis de los efectos simples indica que solo la variedad MASSARO presenta diferencias significativas a la fertilización NPK. De otro lado, con NPK2 120-60-120 y NPK3 160-80 - 160 presentan diferencias significativas y altamente significativas respectivamente.

El mayor porcentaje de fibra se caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 35.3 % siendo el incremento del 2 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 3% respecto de NPK1: 80-40-80 y de 1.5 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad MASSARO obtuvo mayor porcentaje de fibra con 36.1 %, el incremento respecto de la variedad UNA N°1 es 4.6 % y de 7.7 % respecto de la variedad Molinero extra largo. En general el mayor porcentaje de fibra se presenta en la variedad MASSARO, con 38.6 % a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor porcentaje caracteriza a la variedad Molinero extra largo a nivel NPK3: 160-80-160 kg/ha con 32.9 % y una diferencia porcentual de 17 %. MASSARO responde de forma directa al incremento de la fertilización y UNA N° 1 se mantiene estable, pero en el caso de “Molinero extra largo”, se observa valores más elevados en el porcentaje de fibra solo a nivel del testigo no fertilizado, en cambio no se aprecian diferencias entre niveles de fertilización NPK. En la figura 7 se visualiza los porcentajes obtenidos en el ensayo.

Tabla 14: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el porcentaje de fibra de tres variedades de algodón (%)

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	%	Índice %
NPK 0 0 0	34.4 b	34.6	34.8	34.6 A	100
NPK 80 40 80	35.1 b	34.5	33.1	34.3 A	99.1
NPK 120 60 120	36.3 ba	34.7	33.2	34.7 A	100.4
NPK 160 80 160	38.6 a	34.3	33	35.3 A	102
Promedio de Variedades	36.1	34.5	33.5		
Índice %	104.6	100	97.1		

Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 15: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades para porcentaje de fibra (%)

Efectos principales	Promedio de variedades	Efectos simples	NPK 2	NPK 3
	%		%	
V3 (Molinero extra largo)	33.5 B	V3 (Molinero extra largo)	33.2 a	33 b
V2 (UNA N°1)	34.5 B	V2 (UNA N°1)	34.7 a	34.3 b
V1 (MASSARO)	36.1 A	V1 (MASSARO)	36.3 a	38.6 a

Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general del porcentaje de fibra en el ensayo fue de 34.7%; por otro lado el análisis de los efectos en el nivel de fertilización muestra que solo la variedad MASSARO tiene una respuesta significativa ($p < 0.05$), se observa también que el efecto de la fertilización en el porcentaje de fibra de la variedad UNA N°1 concuerda con lo citado por Basurto (2004), en el sentido que el porcentaje de fibra muestra valores constantes para cada variedad de algodón, pero esto no se cumple para el caso de MASSARO, ya que esta variedad si tiene

respuesta con tendencia creciente a la fertilización coincidiendo este hallazgo con Saleem et al. (2010) que encontró que la fertilización 120 kg/ha de N fue el mejor nivel para obtener porcentaje de fibra. La respuesta de “Molinero extra largo” va en la línea de lo afirmado por Reyes (2014), este indica que no hay efecto positivo al incrementarse el fertilizante nitrogenado en el porcentaje de fibra.

El análisis del efecto simple a nivel de variedades (tabla 15) indicó que existen diferencias significativas solo para las interacciones de la variedad MASSARO con NPK3 160-80-160, lo que parece indicar que MASSARO aumenta su porcentaje de fibra con el nivel más alto probado en este ensayo. En la figura 12 se visualiza la respuesta de las variedades.

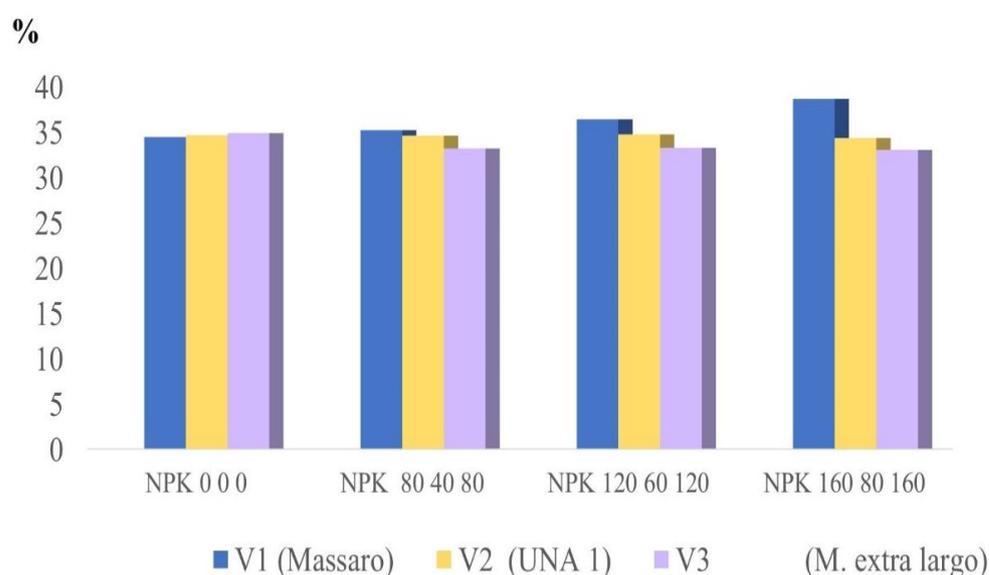


Figura 12: Porcentaje de algodón por nivel de fertilización NPK

Número bellotas por planta

Las tres variedades de algodón tienen una respuesta positiva a las aplicaciones de NPK en el número de bellotas; al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y para variedades de algodón diferencias significativas ($p < 0.05$). También se observa que los efectos de interacción resultan significativos, ver Anexos 22 y 23 (ANVA).

El análisis de los efectos simples indica que las tres variedades de algodón presentan diferencias altamente significativas a la fertilización NPK, de otro lado en el análisis de efectos simples a nivel de variedades indica que, solo con NPK1: 80-40-80 la diferencia es altamente significativa.

El mayor número de bellotas se caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 17 bellotas/ planta, siendo el incremento del 31 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 20.2% respecto de NPK1: 80-40-80 y de 10 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón “extra largo” presenta el mayor número de bellotas/planta con 15, similar a UNA N°1, siendo 4.6 % el incremento respecto a la variedad MASSARO.

En general el mayor número de bellotas por planta fue 17 en la variedad UNA N°1, similar a la variedad MASSARO. El menor registro caracteriza a la variedad UNA N°1 a nivel del testigo no fertilizado con 12 bellotas, la diferencia porcentual es de 38 %.

Tabla 16: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de bellotas por planta, de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	Unidades	Índice %
NPK 0 0 0	13 c	12 c	13 b	13 D	100
NPK 80 40 80	13 c	13 cb	16 a	14 C	108
NPK 120 60 120	16 b	15 b	16 a	15 B	115
NPK 160 80 160	17 a	17 a	16 a	17A	131
Promedio de Variedades	15	14	15		
Índice %	107	100	107		

Las letras diferentes en las columnas indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 17: Análisis de efecto principal y efectos simples a nivel de variedades para número de bellotas

Efectos principales	Promedio de variedades	Efectos simples	NPK 1
			80 40 80
V3 x NPK (Molinero extra largo)	15.3 A	V3 (Molinero extra largo)	16 a
V2 x NPK (UNA N°1)	14.2 B	V2 (UNA N°1)	13 b
V1 x NPK (MASSARO)	14.7 B	V1 (MASSARO)	13 b

Las letras diferentes en las columnas indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general del número de bellotas en el ensayo fue 15 bellotas por planta, en el caso de los efectos simples, esto indica que para niveles de fertilización existen diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) con las tres variedades en estudio. Se observa que el número de bellotas incrementa de forma directa con el aumento de los niveles de fertilización NPK esto concuerda con lo hallado por Ibrahim et al. (2010) dice que el crecimiento, rendimiento y madurez está muy influenciado por la aplicación de fertilizantes NPK y esto puede aumentar los componentes del rendimiento (bellotas), esta tendencia coincide también con lo indicado por Reyes (2014) en el sentido que al aumentar los niveles de fertilización de manera adecuada sobre todo el nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo lo que puede generar más puntos de crecimientos de órganos reproductivos; sin embargo se debe resaltar que la baja temperatura en la etapa de desarrollo de bellota (13°C en promedio) puede haber disminuido el número final de bellotas.

El análisis de los efectos simples a nivel de variedades muestra que Molinero extra largo responde significativamente a nivel de NPK1 80-40-80 kg/ha, esta respuesta indica que probablemente la nueva variedad Molinero extra largo responde positivamente a bajos niveles de fertilización NPK.

Peso de Bellota (g)

El efecto del nivel de fertilización en el peso de bellota en cada variedad estudiada fue positiva; al respecto, el análisis de varianza del combinado indica que existen diferencias

altamente significativas ($p < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y para variedades; en el caso de la interacción de factores resultaron no significativos, ver Anexo 24 (ANVA).

El mayor peso de bellota caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 5.6 %, siendo el incremento del 12.8 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 8.3 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 4.2 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha.

De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad “Molinero extra largo” obtuvo mayor peso de bellota con 5.6 g, el incremento respecto de la variedad UNA N°1 es 3.7 % y respecto de la variedad MASSARO 17 %.

En general, el mayor peso de bellota se presenta en la variedad UNA N°1 con 5.8 g a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor peso caracteriza a la variedad MASSARO NPK0 nivel testigo con 4.5 g, la diferencia porcentual es 28 %.

Tabla 18: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el peso de bellota (g) de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	g	
NPK 0 0 0	4.5	5.2	5.2	5.0 D	100
NPK 80 40 80	4.7	5.3	5.5	5.2 C	104
NPK 120 60 120	4.9	5.5	5.7	5.4 B	108
NPK 160 80 160	5.0	5.8	6.0	5.6A	113
Promedio de Variedades	4.8	5.4	5.6		
Índice %	88.3	100.0	103.7		

Las letras diferentes en las columnas indican que hay diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 19: Análisis del efecto principal a nivel de variedades en el peso de bellota

Efectos principales	Promedio de variedades g
V3 (Molinero extra largo) x NPK	5.6 A
V2 (UNA N°1)x NPK	5.4 B
V1 (MASSARO)x NPK	4.8 C

Las letras diferentes en las columnas indican que hay diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general del peso de bellotas en este ensayo fue de 5.3 g. En el análisis de los resultados se observa que las tres variedades responden de manera directa al incremento de los niveles de fertilización NPK, a nivel variedad se observa que Molinero extra largo tiene un mayor peso de bellota (5.6 g), estos resultados van en la línea de la investigación de Saleem et al. (2010), ya que encontraron que la aplicación de fertilizantes de 120 kg/ha de N demostró ser el mejor nivel de nitrógeno para obtener cápsulas de alto peso, esto concuerda con Tucker y Tucker (1968) que indicó que el nitrógeno incrementa el peso de la bellota esto debido al peso de la semilla, por su parte Snyder (2003) indica para el desarrollo de bellotas grandes existe una alta demanda de potasio. Es probable que el componente genético sea determinante para la expresión final de peso de bellota en cada variedad,

Índice de fibra

El efecto de los niveles de fertilización NPK en el índice de fibra de las tres variedades en estudio no fue diferente estadísticamente; al respecto, el análisis de varianza del combinado, indica que no se presentan diferencias estadísticas para niveles de fertilización NPK ni para variedades, en el caso de interacción de factores el análisis de varianza también resultó no significativo, ver Anexo 25 (ANVA).

El mayor índice de fibra se caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con un Índice de 7.5 siendo el incremento del 4.2 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 4 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 3.4 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de

algodón extra largo presenta el mayor Índice de fibra con 7.4, el incremento respecto de la variedad UNA N°1 es 2.7 % y de 1.0 % respecto de la variedad MASSARO. En general, el mayor Índice de fibra se presenta en la variedad MASSARO con 7.9, a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha. El menor rendimiento caracteriza a la variedad UNA N°1 a nivel del testigo no fertilizado con 6.9 y una diferencia porcentual de 14.7 %.

Tabla 20: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el índice de fibra de tres variedades de algodón.

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)		
NPK 0 0 0	7.0	6.9	7.9	7.2 A	100
NPK 80 40 80	7.3	7.0	7.3	7.2 A	100
NPK 120 60 120	7.3	7.4	7.1	7.3 A	101
NPK 160 80 160	7.9	7.5	7.2	7.5 A	104
Promedio de Variedades	7.3	7.2	7.4		
Índice %	102.2	100.0	102.7		

Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 21: Análisis del efecto principal a nivel de variedades para índice de fibra

Efectos principales	Promedio de variedades
	g
V3 (Molinero extra largo) x NPK	7.4 A
V2 (UNA N°1) x NPK	7.2 A
V1 (MASSARO) x NPK	7.3 A

Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general de índice de fibra es 7.3 y teniendo en cuenta que el índice de fibra expresa la eficiencia de la superficie de la semilla para producir fibra (Basurto, 1972), se

puede relacionar los resultados con el porcentaje de fibra de las variedades en estudio, en el caso de la variedad MASSARO observa que presenta bajo el nivel NPK3 160-80-160 kg/ha un Índice de 7.9 ligeramente mayor a las otras variedades y aunque no existen diferencias estadísticas, la tendencia creciente coincide con los resultados de porcentaje de fibra donde MASSARO registro la mayor cifra en porcentaje.

Índice de semilla

El efecto del nivel de fertilización sobre el índice de semilla de las variedades en estudio, no presentó diferencias significativas, en la tabla 22 se observa los resultados hallados. El análisis estadístico del efecto del factor variedades, si resultó con diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), pero en el caso de la interacción de factores no hay diferencias estadísticas, ver Anexo 26 (ANVA).

El mayor índice de semilla caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con un 13.9, siendo el incremento del 2.4 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 2.8 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 3.2 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón extra largo presenta el mayor Índice de semilla con 14.6, presenta incrementos del 8.4 % respecto la variedad de UNA N°1 y de 16 % respecto de la variedad MASSARO. En general el mayor índice de semilla se presenta en la variedad “Molinero extra largo”, con 15.1, a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor índice 12.5 caracteriza a la variedad MASSARO a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y una diferencia porcentual de 21 %.

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)		
NPK 0 0 0	13.0	12.9	14.9	13.6 A	100
NPK 80 40 80	12.7	13.2	14.6	13.5 A	100
NPK 120 60 120	12.5	13.9	14.0	13.5 A	99
NPK 160 80 160	12.5	14.1	15.1	13.9 A	102
Promedio de Variedades	12.7	13.5	14.6		
Índice %	94	100	108		

Tabla 22: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el Índice de semilla de tres variedades de algodón.

Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 23: Análisis del efecto principal a nivel de variedades para índice de semilla

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	14.6 A
V2 (UNA N°1) x NPK	13.5 A
V1 (MASSARO) x NPK	12.7 A

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general de índice de semilla en este ensayo fue de 13.6; el índice de semilla está ligado al peso y depende del desarrollo de los óvulos de la semilla dentro de la cápsula o fruto, “Es una característica varietal y definida sobre la cual actúa el medio ambiente” (Basurto, 2004), entre los factores que inciden en el peso de la semilla se encuentra la fertilización. Reyes (2014) indica que el N incrementa el peso de las semillas y que, al incrementarse el fertilizante nitrogenado, se incrementa el contenido de N en la semilla y consecuentemente las proteínas, esto concuerda con los resultados obtenidos en este ensayo ya que las variedades han respondido de manera directamente proporcional al aumento de la fertilización NPK, siendo la variedad “Molinero extra largo” la que presentó mayor índice de semilla.

Acude de tres variedades de algodón

El efecto del nivel de fertilización NPK y el efecto de varietal sobre el acude de las variedades de algodón en estudio se muestran en la tabla 24, al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para variedades de algodón, sin embargo, para niveles de fertilización NPK y efectos de interacción los resultados son no significativos, ver Anexo 27 (ANVA).

El mayor acude caracteriza al nivel de fertilización NPK1: 80-40-80 con 2.91, siendo el incremento del 1.6 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 1 % respecto de NPK2: 120-60-120 y de 3 % respecto de NPK3: 160-80-160 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón Extra largo presenta el mayor acude 2.97, con incrementos del 3 % respecto la variedad UNA N° 1 y de 8 % respecto de la variedad MASSARO. En general, el mayor acude se presenta en la variedad “Molinero extra largo” con 3.01 a nivel de NPK1: 80-40-80 kg/ha y NPK2 120 60 120, el menor acude caracteriza a la variedad MASSARO a nivel de NPK3 160 80 160 con 2,6 y una diferencia porcentual de 16%.

Tabla 24: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el acude de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)		
NPK 0 0 0	2.8	2.9	2.9	2.9 A	100
NPK 80 40 80	2.8	2.9	3.0	2.9 A	102
NPK 120 60 120	2.8	2.9	3.0	2.9 A	101
NPK 160 80 160	2.6	2.9	3.0	2.8 A	99
Promedio de Variedades	2.8	2.9	3.0		
Índice %	96	100	103		

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 25: Análisis del efecto principal a nivel de variedades para el acude

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	3.0 A
V2 (UNA N°1) x NPK	2.9 A
V1 (MASSARO) x NPK	2.8 A

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El acude es un indicador que está relacionado con el porcentaje de fibra de algodón de manera inversa, por tanto, a mayor acude menor porcentaje de fibra de algodón. También se puede relacionar el acude con el peso de la semilla (índice de semilla) en este ensayo se observa que “Molinero extra largo” tiene el mayor índice de semilla y el mayor acude.

4.2. Características de calidad de fibra

En los anexos 9 y 10 se presentan los datos de calidad de fibra por tratamiento y bloque.

Longitud de fibra (mm)

El efecto del nivel de fertilización NPK sobre la longitud de fibra, se presenta en la tabla 26, al respecto; el análisis de variancia del combinado, indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) solo para variedades de algodón, mientras que para niveles de fertilización e interacción de factores no existen diferencias estadísticas, ver Anexo 28 (ANVA).

La mayor longitud de fibra caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 37.4 mm, siendo el incremento del 2 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 1.9 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 0.6% respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que “Molinero extra largo” presenta la mayor longitud de fibra, con 39.8 mm tiene un incremento del 6% respecto la variedad UNA N°1 y de 20 % respecto de la variedad MASSARO. En general la mayor longitud de fibra se presenta en la variedad “Molinero extra largo”, con 40.4 mm a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y la menor longitud caracteriza a la variedad MASSARO a nivel de NPK1 80-40-80 con 33.2 mm de longitud y una diferencia porcentual de 21%.

Tabla 26: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la longitud de fibra de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	mm	
NPK 0 0 0	33.4	37.1	39.5	36.7 A	100

NPK 80 40 80	33.2	37.4	39.5	36.7 A	100
NPK 120 60 120	33.3	38.2	39.9	37.1 A	101
NPK 160 80 160	33.4	38.4	40.4	37.4 A	102
Promedio de Variedades	33.3	37.8	39.8		
Índice %	88	100	106		

Letras iguales en las columnas indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$) de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 27: Análisis del efecto principal a nivel de variedades

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	39.8 A
V2 (UNA N°1) x NPK	37.8 B
V1 (MASSARO) x NPK	33.3 C

Las letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general de longitud de fibra en este ensayo fue de 37 mm (clasificación HVI) clasificación extralarga. El análisis de los resultados indica que no existen diferencias estadísticas a nivel de la fertilización NPK, sin embargo; se observa que la variedad MASSARO mantiene una tendencia estable para niveles de NPK a diferencia de UNA N° 1 y “Molinero extra largo”, variedades que registran una ligera tendencia creciente en longitud para cada nivel creciente de fertilización.

Estos resultados van en la línea de lo que afirmó Nelson (1949) quien encontró incrementos relativamente pequeños en el tamaño de la fibra con aplicaciones crecientes de nitrógeno y ningún efecto directo de la aplicación de fósforo, se coincide también con Reyes (2014) que indica que “a tasas crecientes de aplicación de N y K se observa incrementos relativamente pequeños en la longitud de la fibra”; pero Pervez en un experimento en 2007 sí observó que la longitud de la fibra aumentó con la adición de fertilizante potásico de manera significativa, en la figura 13 se visualiza la tendencia de los resultados.

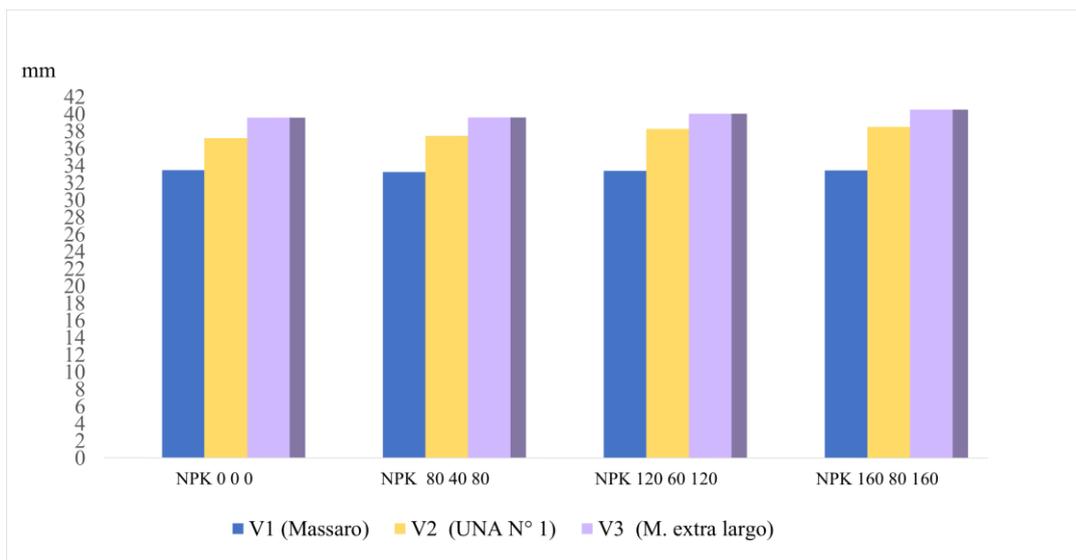


Figura 13: Longitud de fibra de algodón por nivel de fertilización NPK (mm)

Finura de la fibra (micronaire)

El efecto de la aplicación de NPK sobre la finura de fibra se presenta en la tabla 28, al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para niveles de fertilización NPK y para variedades de algodón diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$), los efectos de interacción resultaron no significativos, ver Anexo 29 (ANVA).

La fibra más fina caracteriza a los niveles de fertilización NPK3: 160-80-160 y NPK2 120-60-120 con 4.7 micronaire, siendo 5.6 %, más fino respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0 y 4 % más fino respecto de NPK1: 80-40-80.

De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón extra largo presenta la mayor finura con 4.2 micronaire, siendo 13 % más fino respecto la variedad UNA N° 1 y de 27 % respecto de la variedad MASSARO. En general la mayor finura se presenta en la variedad Molinero extra largo, a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha con 4.1 micronaire y la fibra menos fina del experimento se presenta en la variedad MASSARO con 5.6 micronaire a nivel del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, la diferencia porcentual en finura es de 38 %.

Tabla 28: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la finura de fibra de tres variedades de algodón (micronaire)

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización micronaire	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)		
NPK 0 0 0	5.6	4.9	4.3	4.9 A	100
NPK 80 40 80	5.4	4.9	4.3	4.8 AB	98
NPK 120 60 120	5.2	4.8	4.1	4.7 B	95
NPK 160 80 160	5.1	4.8	4.1	4.7 B	94
Promedio de Variedades	5.3	4.8	4.2		
Índice %	110.6	100.0	87.0		

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 29: Análisis del efecto principal en la finura de fibra a nivel de variedades (micronaire)

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo)	4.2 C
V2 (UNA N° 1) x NPK	4.8 B
V1 (MASSARO) x NPK	5.3 A

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general de la fibra la clasifica a nivel medio de finura con 4.8 micronaire (Clasificación HVI), se puede observar que hay una tendencia indirecta entre los niveles crecientes de fertilización y el micronaire, MASSARO y “Molinero extra largo” responden con una mejora de finura es decir decrece el grosor de la fibra al aumentar la fertilización, UNA N° 1 también decrece ligeramente, pero se mantiene prácticamente estable. Lo hallado difiere con Rashidi y Gholami (2011) que observaron que la aplicación de N no fue significativa para finura de la fibra, del mismo modo Saleem (2010) halló que la fertilización nitrogenada no mostró efectos significativos en los rasgos de calidad de la fibra.

Uniformidad %

El efecto del nivel de fertilización sobre la uniformidad de fibra se presenta en la tabla 30; al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para variedades de algodón y en el caso de niveles de fertilización NPK e interacción de los factores en estudio no se presentan diferencias estadísticas, ver Anexo 30 (ANVA).

La mayor uniformidad caracteriza los niveles de fertilización NPK2 120-60-120 y NPK3: 160-80-160 con 89 %, siendo el incremento del 1 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0 y 0.8 % respecto de NPK1: 80-40-80.

De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón extra largo presenta la mayor uniformidad de fibra, con 89.5% presentando un incremento de 1.2 % respecto la variedad UNA N° 1 y de 2 % respecto de la variedad MASSARO. En general la mayor uniformidad de fibra de algodón se presenta en la variedad Molinero extra largo con 90.1 % a nivel de NPK2: 120-60-120 kg/ha y la menor uniformidad caracteriza a la variedad MASSARO NPK1 80-40-80 kg/ha con 87.5 %, la diferencia porcentual es de 29.5 %.

Tabla 30: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la uniformidad de fibra de tres variedades de algodón (%)

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	%	Índice %
NPK 0 0 0	87.9	88.1	88.3	88 A	100
NPK 80 40 80	87.5	87.6	89.7	88 A	100
NPK 120 60 120	87.9	89.1	90.1	89 A	101
NPK 160 80 160	87.5	89.3	90.0	89 A	101
Promedio de Variedades	88	89	90		
Índice %	99	100	101		

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 31: Análisis del efecto principal en la uniformidad de fibra a nivel de variedades

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	89.5 A
V2 (UNA N°1) x NPK	88.5 A
V1 (MASSARO) x NPK	87.7 B

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

La uniformidad promedio en el presente ensayo fue de 88.6 %, uniformidad muy alta (Clasificación HVI), se observa que a mayor longitud de fibra-mayor uniformidad; este resultado difiere de la afirmación de Basurto en 1972 que indica que la uniformidad esta inversamente relacionada con la longitud, es probable que las condiciones ambientales tengan un efecto sobre la uniformidad de la fibra como lo indica Gutiérrez (1997).

Resistencia de la fibra de tres variedades de algodón (g/tex)

El efecto del nivel de fertilización NPK se muestran en la tabla 32 al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para variedades de algodón mientras que para niveles de fertilización NPK e interacción de factores no se halló diferencias estadísticas, ver Anexo 31 (ANVA). La mayor resistencia de fibra caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 33.5 g/tex, siendo el incremento del 2.3 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 1.4 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 0.9 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha.

De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad MASSARO presenta la mayor resistencia de fibra con 33.6 g/tex, lo que significa un incremento de 1.8% respecto de la variedad UNA N°1 y 3 % respecto de la variedad “Molinero extra largo”. En general, la mayor resistencia de fibra se presenta en la variedad MASSARO, con 33.9 g/tex, similar a la variedad UNA N°1 a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y la menor resistencia caracteriza a la variedad “Molinero extra largo” a nivel del testigo no fertilizado con 32.1 g/tex y una diferencia porcentual de 6 %.

Tabla 32: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la resistencia de fibra de la fibra de tres variedades de algodón (g/ tex)

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	g/tex	Índice %
NPK 0 0 0	33.4	32.7	32.1	32.7 A	100
NPK 80 40 80	33.6	32.8	32.5	33.0 A	101
NPK 120 60 120	33.5	33.1	32.8	33.1 A	101
NPK 160 80 160	33.9	33.4	33.1	33.5 A	102
Promedio de Variedades	33.6	33.0	32.6		
Índice %	102	100	99		

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 33: Análisis del efecto principal en la resistencia de fibra a nivel de variedades

Efectos principales	Promedio de variedades
V1 (MASSARO) x NPK	33.6 A
V2 (UNA N°1) x NPK	33.0 BA
V3 (Molinero extra largo) x NPK	32.6 B

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general de la resistencia de fibra en este ensayo es 33 g/tex, clasificación de fibra muy resistente. (Clasificación HVI). Se observa una relación directa entre resistencia y finura(grosor), es decir la fibra más gruesa puede tener mayor resistencia, sin embargo el análisis estadístico indica que los resultados a nivel de fertilización no son significativos; esto es respaldado por los resultados hallados por Rashidi y Gholami (2011) que observaron que la aplicación de N no fue significativa para resistencia de la fibra, coincidiendo con Saleem (2010) que observó que la fertilización nitrogenada no mostró efectos significativos en los rasgos de calidad de la fibra.

4.3. Características Morfológicas

En los Anexos 11 al 15 se presentan los datos de características morfológicas de las plantas observadas en campo por tratamiento y bloque, estos datos dieron origen a las tablas que se presentarán a continuación.

Altura de planta

El efecto del nivel de fertilización NPK sobre la altura de tres variedades de algodón se muestran en la tabla 34; al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas para niveles de fertilización NPK y para variedades de algodón ($p < 0.01$), también los efectos de interacción resultan significativos ($p < 0.05$), ver Anexos 32 y 33 (ANVA).

Al respecto, el análisis de los efectos simples indica que las tres variedades de algodón presentan diferencias altamente significativas a la fertilización NPK y de otro lado, las variedades de algodón presentan diferencias altamente significativas para NPK0, NPK1, y NPK3.

La mayor altura de planta en campo caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 1.65 m, siendo el incremento del 6.9 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 5.6 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 3.2 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad MASSARO presenta la mayor altura con 1.64 m un incremento de 3.4 % respecto la variedad UNA N°1 y de 5.4 % respecto de la variedad “Molinero extra largo”.

En general, la mayor altura se presenta en la variedad MASSARO con 1.69 m similar a la variedad UNA N°1 a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y la menor altura caracteriza a la variedad UNA N°1 a nivel del testigo no fertilizado con 1.51 m y una diferencia porcentual de 11 %.

Tabla 34: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la altura de planta de tres variedades de algodón

Efectos principales	Promedio variedades	Efectos simples	NPK 0	NPK 1	NPK3
	m				
V3 (Molinero extra largo)	1.55 C	V3 (Molinero extra largo)	1.52 b	1.53 b	1.59 b
V2 (UNA N°1)	1.58 B	V2 (UNA N°1)	1.51 b	1.54 b	1.68 a
V1 (MASSARO)	1.64 A	V1 (MASSARO)	1.60 a	1.63 a	1.69 a

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 35: Análisis del efecto principal y efectos secundarios en la altura a nivel de variedades

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	m	
NPK 0 0 0	1.60 b	1.51 c	1.52 b	1.5 D	100
NPK 80 40 80	1.63 b	1.54 c	1.53 b	1.6 C	101
NPK 120 60 120	1.63 b	1.59 b	1.58 a	1.6 B	104
NPK 160 80 160	1.69 a	1.68 a	1.59 a	1.7 A	107
Promedio de Variedades	1.64	1.58	1.55		
Índice %	104	100	98		

Letras diferentes en las columnas indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Se observa que el promedio general es de 1.59 m y que la altura de planta de las tres variedades responde aumentando en forma creciente con cada nivel creciente de fertilización NPK, resalta la respuesta de la variedad MASSARO que registra mayor altura con el aumento de fertilización. “El N promueve el crecimiento de la longitud del tallo principal”

(Távora, 2011), así mismo el fósforo es necesario para el crecimiento normal del algodón y “Con el aumento de niveles de potasio en la fertilización, se favorece el crecimiento” (Kirby y Adams, 1985); cabe resaltar que, para este caso no hay relación directa entre altura de planta y rendimiento en rama del algodón ya que la variedad MASSARO alcanzó la mayor altura, pero tiene el menor rendimiento en este ensayo (2927 kg/ha de algodón en rama).

Longitud de entrenudos

El efecto del nivel de fertilización NPK sobre la longitud de entrenudos de las tres variedades de algodón en estudio, se muestran en la tabla 36; al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y para variedades de algodón. También los efectos de interacción resultan altamente significativos, ver Anexos 34 y 35 (ANVA)

Al respecto, el análisis de los efectos simples indica que las tres variedades de algodón presentan diferencias altamente significativas a la fertilización NPK y de otro lado, las variedades de algodón presentan diferencias altamente significativas para NPK1 y NPK3, para NPK2 las diferencias son significativas. La mayor longitud de entrenudos caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 8.9 cm, un incremento del 25.9 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 18.6 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 14.5 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha.

De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad MASSARO presenta la mayor longitud de entrenudos con 8.29 cm, el incremento respecto la variedad UNA N°1 es 8.9 % respecto la variedad UNA N°1 y de 11.7 % respecto de la variedad “Molinero extra largo”. En general la mayor longitud de entrenudos se presenta en la variedad MASSARO con 9.9 cm a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y la menor longitud de entrenudos caracteriza a la variedad “Molinero extra largo” con 6.83 cm a nivel del testigo no fertilizado, la diferencia porcentual es de 45 %.

Tabla 36: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la longitud de entrenudos planta de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	cm	Índice %
NPK 0 0 0	7.2 c	7.1 b	6.8 c	7.0 C	100
NPK 80 40 80	8.0 b	7.4 b	7.1 c	7.5 B	106
NPK 120 60 120	8.2 b	7.6 ba	7.4 b	7.7 B	110
NPK 160 80 160	9.9 a	8.4 a	8.3 a	8.9 A	126
Promedio de Variedades	8.3	7.6	7.4		
Índice %	109	100	97		

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 37: Análisis del efecto principal y efectos secundarios en la longitud de entrenudos a nivel de variedades

Efectos principales	Promedio de variedades cm	Efectos simples	NPK 1 NPK 2 NPK 3		
			cm		
V3 (Molinero extra largo)	7.4 B	V3 (Molinero extra largo)	7.1 b	7.4 b	8.3 b
V2 (UNA N°1)	7.6 B	V2 (UNA N°1)	7.4 a	7.6 b	8.4 b
V1 (MASSARO)	8.3 A	V1 (MASSARO)	8.0 a	8.2 a	9.9 a

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Las características de longitud de entrenudos y altura de planta están estrechamente ligadas, se observa que los resultados obtenidos muestran la misma tendencia, responden de manera directa a niveles crecientes de fertilización, estos resultados van en la línea de lo afirmado por Broetto (2013) que indica que la fertilización con nitrógeno es necesaria para el crecimiento del algodón, La deficiencia de este elemento da como resultado un lento crecimiento y desarrollo de la planta, esto es confirmado por Reyes (2014) que indica lo siguiente: “El fósforo estimula el desarrollo del sistema radicular, lo cual es beneficioso para

que la planta crezca rápidamente, mientras una marcada deficiencia de este elemento puede dar plantas de bajo porte”.

Índice de inserción de primer simpodio en tres variedades de algodón

El efecto de la fertilización NPK sobre el índice de inserción del primer simpodio de las variedades de algodón, se muestran en la tabla 38; al respecto, el análisis de variancia del combinado, indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para variedades de algodón, para niveles de fertilización e interacción de factores no existen diferencias estadísticas, ver Anexo 36 (ANVA).

El mayor índice de primer simpodio caracteriza al nivel de fertilización NPK1: 80-40-80 con un indicador de 7.2, siendo el incremento del 1.1 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 2.9% respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha y 3.6 % respecto al nivel NPK3 160-80-160. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón extra largo y la variedad UNA N°1 presentan el indicativo de mayor precocidad, índice de inserción de primer simpodio 6.8 y la variedad MASSARO tiene un índice de inserción de 7.5. En general el índice de inserción de primer simpodio, que indica más precocidad, se presenta en la variedad UNA N°1, con 6.5 a nivel de NPK2: 120-60-120 kg/ha y el índice de menor precocidad caracteriza a la variedad MASSARO a nivel de NPK2 120-60-120 y NPK3 160-80-160 con un índice de primer simpodio de 7.6, la diferencia entre el mayor y menor índice es de 17 %.

Tabla 38: Respuesta del nivel de fertilización NPK en la inserción del primer simpodio de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)		
NPK 0 0 0	7.4	7.0	6.9	7.1 A	100
NPK 80 40 80	7.6	7.0	6.9	7.2 A	101
NPK 120 60 120	7.6	6.5	6.8	7.0 A	98
NPK 160 80 160	7.5	6.6	6.6	6.9 A	98
Promedio de Variedades	7.5	6.8	6.8		
Índice %	111	100	100		

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores

($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 39: Análisis del efecto principal en el primer simpodio a nivel de variedad

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo)	6.8 B
V2 (UNA N° 1) x NPK	6.8 B
V1 (MASSARO) x NPK	7.5 A

Letras diferentes en columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Se observa que tanto la variedad UNA N°1 y “Molinero extra largo” son similares estadísticamente a nivel de variedades registrando el indicativo de mayor precocidad que la variedad MASSARO, es decir que a menor Índice de primer simpodio mayor precocidad y si bien es cierto que la aparición de la primera rama frutera (índice del primer simpodio) puede tener un componente genético, es probable que las condiciones climáticas a las que estuvieron sometidas las variedades de este ensayo, hayan influido en su ubicación en el tallo.

Índice de inserción de rama vegetativa

El efecto de la fertilización NPK sobre el índice de inserción de rama vegetativa de las variedades de algodón en estudio se muestra en la tabla 40; al respecto, el análisis de variancia del combinado, indica que se presentan diferencias estadísticas significativas solo a nivel de variedades de algodón ($P < 0.05$), ver Anexo 37 (ANVA).

El mayor índice de inserción de rama vegetativa caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con un Índice de 3, siendo el incremento del 4.3 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 7.4 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 18 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad de algodón MASSARO tiene un índice 3 de inserción de rama vegetativa, el mayor, siendo el incremento respecto a la variedad UNA N°1 es de 2.2 % y de 20 % respecto de “Molinero extra largo” En general el mayor índice de inserción de rama vegetativa es de 3.4 similar a la variedad MASSARO a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor índice de inserción es 2.4 y caracteriza a la variedad “Molinero extra largo” nivel de NPK 120-60-120, con una diferencia porcentual de 42 %.

Tabla 40: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el índice de inserción de rama vegetativa de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	%	Índice %
NPK 0 0 0	3.3	2.8	2.6	2.9 A	100
NPK 80 40 80	2.9	2.9	2.6	2.8 A	97
NPK 120 60 120	2.6	2.6	2.4	2.5 A	88
NPK 160 80 160	3.1	3.4	2.5	3.0 A	104
Promedio de Variedades	3.0	2.9	2.5		
Índice %	102	100	87		

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 41: Análisis del efecto principal en el índice de inserción de rama vegetativa a nivel de variedad

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	2.5 B
V2 (UNA N°1) x NPK	2.9 A
V1 (MASSARO) x NPK	3.0 A

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

En el análisis de los efectos principales a nivel de variedades se observa que el menor índice de inserción de rama vegetativa lo obtiene la nueva variedad “Molinero extra largo”, esto nos indica que este tipo de ramas aparece más cerca de la base de la planta, “Característica no tan deseable ya que contribuye a tener plantas más frondosas desde la base y con mayor número de hojas” (Basurto, 2004), esto puede favorecer la incidencia de plagas.

Número de ramas vegetativas por planta

El efecto de la fertilización NPK sobre el número de ramas vegetativas de las variedades de algodón en estudio se muestran en la tabla 42; al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) para niveles de fertilización NPK, para variedades de algodón y efectos de interacción resultan no significativos, ver Anexo 38 (ANVA).

El mayor número de ramas vegetativas de algodón caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 2.3 ramas, siendo el incremento del 45.9 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 23 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 6 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad de UNA N°1 presenta el mayor número de ramas con 2.0 esto representa un incremento del 12 % respecto de la variedad MASSARO y 6.1 % respecto la variedad “Molinero extra largo”.

En general, el mayor número de ramas vegetativas se presenta en la variedad “Molinero extra largo” con 3 ramas, similar a la variedad UNA N°1 a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor número de ramas caracteriza a la variedad “Molinero extra largo” a nivel del testigo no fertilizado con 1.0 ramas vegetativas similar a MASSARO.

Tabla 42: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de ramas vegetativas de tres variedades de algodón.

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	unidades	Índice %
NPK 0 0 0	1	2	1	1.6 B	100
NPK 80 40 80	2	2	2	1.8 BA	121
NPK 120 60 120	2	2	2	2.0 A	138
NPK 160 80 160	2	2	3	2.3 A	146
Promedio de Variedades	1.8	2.0	1.9		
Índice %	87	100	92		

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 43: Análisis del efecto principal en el número de rama vegetativa a nivel de variedad

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	1.9 A
V2 (UNA N°1) x NPK	2.0 A
V1 (MASSARO) x NPK	1.8 A

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El promedio general de ramas vegetativas fruteras en este ensayo fue 2, se observa que a mayor fertilización “Molinero extra largo” produce mayor número de ramas vegetativas, si bien es cierto; que en estas ramas se puede tener bellotas adicionales, estas se forman con posterioridad que las bellotas de ramas fruteras y por sus características “Pueden tener mayor número de hojas lo que impide una buena iluminación” (Basurto, 2004).

Número de ramas fruteras por planta

El efecto de la fertilización NPK sobre el número de ramas se muestra en la tabla 44; al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y para variedades de algodón. También los efectos de interacción resultan significativos ($p < 0.05$), ver Anexos 39 y 40 (ANVA).

El análisis de los efectos simples indica que la variedad Molinero extra largo presenta diferencias altamente significativas a la fertilización NPK, la variedad MASSARO presenta diferencias significativas a la fertilización NPK, mientras que UNA N°1 no presenta diferencias estadísticas. De otro lado, las variedades de algodón presentan diferencias significativas para NPK3 160-80-160. El mayor número de ramas fruteras caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 13 ramas fruteras, siendo el incremento del 27.8% respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 17.2% respecto de NPK1: 80-40-80 y de 5.4% respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha.

De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad de algodón UNA N°1 presenta el mayor número de ramas, con 12 ramas fruteras, es un incremento del 13.5% respecto la variedad MASSARO y de 11.5% respecto de la variedad “Molinero extra largo”.

En general, el mayor número de ramas fruteras de algodón/planta se presenta en la nueva variedad “Molinero extra largo”, con 14 ramas, similar a la variedad UNA N°1 a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor número caracteriza también a la variedad “Molinero extra largo” a nivel del testigo no fertilizado con 8 ramas fruteras, siendo la diferencia porcentual de 69.7 %.

Tabla 44: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de ramas fruteras por planta de tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización unidades	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)		
NPK 0 0 0	10	12	8 c	10 C	100
NPK 80 40 80	11	13	10 b	11 B	109
NPK 120 60 120	11	13	13 a	12 A	120
NPK 160 80 160	12	13	14 a	13 A	128
Promedio de Variedades	11	13	11		
Índice %	87	100	90		

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores (P 0.05), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 45: Análisis del efecto principal y efectos simples en el número de ramas fruteras

Efectos principales	Promedio variedades	Efectos simples	NPK 0	NPK 1	NPK2	NPK3
	unidades					
V3 x NPK		V3				
(Molinero extra largo)	11 B	(Molinero extra largo)	8 c	10 b	13 a	14 a
V2 x NPK		V2				
(UNA N°1)	13 B	(UNA N°1)	12 a	13 a	13 a	13 a
V1 x NPK		V1				
(MASSARO)	11 B	(MASSARO)	10 b	11 n	11 b	12 a

Letras iguales en las columnas indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Según el análisis de los efectos simples, a nivel de fertilización solo la variedad “Molinero extra largo” responde significativamente a la fertilización NPK, mientras que a nivel de cada variedad se observa que es la variedad UNA N°1 la que tiene mejor respuesta a nivel testigo y niveles bajos de fertilización lo que podría indicar que hay un componente genético que favorece la formación de ramas fruteras.

Número de ramas extraordinarias por planta

El efecto de la fertilización NPK en el número de ramas extraordinarias se muestra en la tabla 46, al respecto, el análisis de varianza del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para niveles de fertilización NPK y en el caso de variedades de algodón y efectos de interacción resultan no significativos, ver Anexo 41.

En general el mayor número de ramas extraordinarias se presenta en la variedad UNA N°1, con 2 ramas a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha, mientras que a nivel de testigo NPK0 no se presentaron ramas extraordinarias para ninguna de las tres variedades estudiadas.

Tabla 46: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de ramas extraordinarias por planta en tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización unidades
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	
NPK 0 0 0	0	0	0	0.0 B
NPK 80 40 80	0	1	0	0.3 B
NPK 120 60 120	1	1	1	1.0 A
NPK 160 80 160	1	2	1	1.3 A
Promedio de Variedades	0.5	1.0	0.5	

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la comparación de medias de Duncan.

Tabla 47: Análisis del efecto principal y efectos simples en el número de ramas extraordinarias

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	0.5 A
V2 (UNA N°1) x NPK	1.0 A
V1 (MASSARO) x NPK	0.5 A

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Para realizar el análisis de varianza de los datos de ramas extraordinarias, se transformó los datos con raíz cuadrada más uno (Anexo 15), el promedio general de ramas extraordinarias en el ensayo fue de 1 rama. “La formación de este tipo de ramas fruteras complementarias es de suma importancia ya que promueve un número adicional de bellotas, este carácter tiene un fuerte componente ambiental y se ve favorecido con temperaturas altas” (Basurto, 2004).

Los tres tipos de ramas (fruteras, vegetativas y extraordinarias) con capacidad productivas responden de manera significativa a la fertilización y la mejor respuesta se da con el nivel NPK3 160-80-160 kg/ha, se observa que la nutrición influye de manera directa en la emisión de ramas productivas, sin embargo; Ritchie (2010) dice que “Los factores determinantes son los medio ambientales, ya que para emitir ramas fruteras, vegetativas o extraordinarias, juega un rol importante la densidad del cultivo, presencia de insectos y/o enfermedades y una buena de fertilización”.

Número de flores por planta

El efecto de la fertilización NPK se muestra en la tabla 48 al respecto, el análisis de varianza del combinado indica presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y significativas para variedades de algodón ($P < 0.05$), los efectos de interacción resultan no significativos, ver Anexo 42 (ANVA).

El mayor registro caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 47 flores por planta, siendo el incremento del 96.5 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 38.3 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 21.7 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha.

De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la nueva variedad de algodón “extra largo” presenta el mayor número de flores con 37 flores, siendo el incremento del 2.6 % respecto la variedad UNA N° 1 y de 4.9 % respecto de la variedad MASSARO. En general la mayor floración se presenta en la variedad “Molinero extra largo” con 50 flores por planta, y la menor floración caracteriza a la variedad MASSARO a nivel del testigo no fertilizado con 23 flores por planta, la diferencia porcentual es de 200.4 %.

Tabla 48: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el número de flores por planta en tres variedades de algodón

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización unidades	Índice %
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)		
NPK 0 0 0	23	25	24	24 D	100
NPK 80 40 80	33	35	34	34 C	142
NPK 120 60 120	38	37	40	38 B	160
NPK 160 80 160	43	48	50	47 A	196
Promedio de Variedades	34	36	37		
Índice %	94	100	102		

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P < 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 49: Análisis del efecto principal y efectos simples en el número de flores

Efectos principales	Promedio de variedades
V3 (Molinero extra largo) x NPK	37 A
V2 (UNA N°1) x NPK	36 BA
V1 (MASSARO) x NPK	34 B

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

El número promedio de flores a nivel general fue 36 flores por planta; la floración es una característica morfológica primordial y en el caso de este ensayo se estudió la capacidad de emisión de órganos florales por cada variedad, “Molinero extra largo” emitió mayor número de flores lo que se ve reflejado en la producción, resultado similar al obtenido por la variedad UNA N°1.

Porcentaje de shedding de tres variedades de algodón (%)

El efecto de la fertilización NPK sobre el porcentaje de shedding se muestra en la tabla 50, al respecto, el análisis de variancia del combinado indica que se presentan diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para niveles de fertilización NPK y diferencias significativas ($p < 0.05$) para variedades de algodón. Los efectos de interacción resultan no significativos, ver Anexo 43 (ANVA). El mayor porcentaje de shedding caracteriza al nivel de fertilización NPK3: 160-80-160 con 63.9 %, siendo el incremento del 35.8 % respecto del testigo no fertilizado NPK0: 0-0-0, de 8.3 % respecto de NPK1: 80-40-80 y de 3.7 % respecto de NPK2: 120-60-120 kg/ha. De otro lado, el comparativo entre variedades de algodón muestra que la variedad UNA N°1 presenta el mayor porcentaje de shedding con 61.1 %, con un incremento del 8.2 % respecto la variedad MASSARO y de 7.5 % respecto de la nueva variedad de algodón extra largo.

En general, el mayor porcentaje de shedding se presenta en la nueva variedad “Molinero extra largo” con 66.9 % a nivel de NPK3: 160-80-160 kg/ha y el menor porcentaje de shedding es 44.6 % que caracteriza a la variedad MASSARO a nivel del testigo no fertilizado, siendo la diferencia porcentual de 43%.

Tabla 50: Respuesta del nivel de fertilización NPK en el porcentaje de shedding de tres variedades de algodón (%)

Niveles de Fertilización	Variedades			Promedio de fertilización	
	V1 (MASSARO)	V2 (UNA N°1)	V3 (M. extra largo)	unidades	Índice %
NPK 0 0 0	44.6	50.5	46.1	47.1 B	100
NPK 80 40 80	58.7	65.1	53.2	59.0 A	125
NPK 120 60 120	60.2	65.0	59.7	61.6 A	131
NPK 160 80 160	61.0	63.7	66.9	63.9 A	136
Promedio de Variedades	56.1	61.1	56.5		
Índice %	91.8	100	92.5		

Letras iguales en la columna indican que no existen diferencias significativas entre los valores ($P > 0.05$), de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 51: Análisis del efecto principal en el porcentaje de shedding (%)

Efectos principales	Promedio de variedades
V2 (UNA N°1) x NPK	61.1 A
V3 (Molinero extra largo) x NPK	56.5 B
V3 (MASSARO) x NPK	56.1 B

Letras diferentes en la columna indican que existen diferencias significativas entre los valores acuerdo a la ($P < 0.05$), de prueba de comparación de medias de Duncan.

Se observa que el shedding es alto, el promedio general es de 56.7 % a nivel de todo el ensayo; al respecto Muhammad Tariq et al. (2017) mencionan que los factores que influyen en la caída de órganos reproductivos son aquellos que estresan a la planta, condiciones ambientales como un mal manejo de riego, bajas temperaturas, un desbalance nutricional y ataque de plagas son factores que influyen en la pérdida de órganos productivos. Las bajas temperaturas que coincidieron con la época de botoneo y cuajado de bellotas, durante este ensayo, pudieron influenciar en la caída de órganos reproductivos. El efecto principal a nivel de variedades muestra que UNA N°1 tuvo el mayor shedding.

V. CONCLUSIONES

1. El nivel creciente de fertilización NPK afectó positivamente el rendimiento de algodón en rama y de fibra de las tres variedades de algodón en estudio. En las condiciones de suelo y agua del ensayo el rendimiento se incrementó un 46 % respecto al control.
2. En línea general, la nueva variedad “Molinero extra largo” muestra una mayor capacidad productiva. El incremento es del 12 % respecto de la variedad UNA N°1 y del 23 % respecto de la variedad MASSARO relacionado a un mayor número y mayor peso de bellotas.
3. La calidad de fibra de algodón no presenta mayores diferencias por efecto de la fertilización NPK, sin embargo; las variedades de algodón en estudio si difieren significativamente. “Molinero extra largo” presenta la mayor longitud, la mayor uniformidad y la fibra más fina, la mayor resistencia la presenta la variedad MASSARO.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dado los resultados, continuar con estudios que nos permitan conocer el comportamiento de la nueva variedad “Molinero extra largo”, bajo el efecto de otras dosis de fertilización NPK, se debe incluir fertilización con calcio y con microelementos como hierro, manganeso y zinc de baja disponibilidad en condiciones de suelos de reacción básica.
- Dado los resultados se recomienda estudiar la nueva variedad en diferentes regímenes de riego y épocas de siembra en otros ámbitos geográficos para comprobar su adaptabilidad agronómica.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Arturi, M. 1983. Mejoramiento genético del Algodonero. Editorial El Ateneo. Buenos aires, Argentina.
- Carhuavilca, D. 2021. Producción Nacional. Boletín N°03 marzo 2021. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-produccion-nacional-ene-2021.pdf>
- Basurto, A. 1972. Estudio de la precocidad, capacidad productiva calidad de fibra semilla en 142 linajes Tangüis. Tesis Ing. Agrónomo UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina)
- Basurto, C. 2004. Caracterización morfológica y molecular de 7 genotipos de algodón. Tesis Ing. Agrónoma UNALM. (Universidad Nacional Agraria La Molina).
- Broetto, F. 2013. Crecimiento vegetativo, producción y calidad de las fibras en plantas de algodón sometidas a estrés mineral. Volumen 31, N° 1. Páginas 79-86 IDESIA (Chile) Enero-abril.
- Brown and Ware.1976. Algodón traducido Brown and Ware.1976 de la 3ra edición en inglés por J Castro. México UTEHA 1961.
- Delgado, A; Salazar, B; Eguren, F; Del Castillo, L; Castillo, P; Levaggi, R; Pintado, M. 2020. Cosecha de algodón de campaña 2020-2021 por cierre de compuertas de Choclococha. <https://cepes.org.pe/2020/11/02/habria-mermas-en-la-cosecha-de-almodon-de-campana-2020-2021-por-cierre-de-compuertas-de-choclococha/>
- Chávez, M. 1990. Efecto de dos distribuciones de plantas de tres densidades y de tres reguladores de crecimiento, sobre la morfología, capacidad productiva y calidad de fibra en el algodónero. *Gossypium barbadense* cv Tangüis.
- Cheng-Song, X. 2010. Effects of N, P, and K Fertilizer Application on Cotton Growing i n Saline Soil in Yellow River Delta. *Journal Elsiever Volume 36, Issue 10, October 2010, Pages 1698-1706.*
- Escobal, J; Salcedo, R; Ministerio de Comercio Exterior y Turismo 2004. La cadena algodón-textil: desafíos frente al TLC con los Estados Unidos. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADB378.pdf

- Evans, 1983. Fisiología de los cultivos. Traducción de *Crop Physiology* por N. Gonzales. Ed. hemisferio sur. Pag 321-344.
- Francois, L. 1982. Narrow row cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under saline conditions. *Irrig Sci* 3, 149–156 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00446003>
- DRA – Ica, Algodón Tangüis llege a 15,267 toneladas en el año 2022, <http://dra.regionica.gob.pe/index.php/home/noticias/79-algodon-tanguis-llege-a-15-267-toneladas-en-el-ano-2022-mostrando-un-crecimiento-del-25-5-con-respecto-al-ano-anterior>
- Gutiérrez, J. 1997. Factores climáticos que afectan a la producción y a la calidad de la fibra de algodón.
- Halevy, J; Bazelet, M.1992. Fertilización del Algodón. Editor: Quito, Ecuador, Instituto de la Potasa y Fósforo.
- Hosmath, J; Biradar, D; Patilb, V; Palleda, Y; Malligawad, L. 2013 Requerimiento de nutrientes del algodón Bt. (*Gossypium hirsutum*)
- Ibrahim, M; Ahmed, K; Siraj, O; El Tahir, S.; Azhari, A; Hamada, A. 2010 Response of new cotton varieties to nitrogen fertilization. *African Journal of Agricultural Research Vol. 5*, p. 1213-1219
- Irigoyen, M. 2010. Efecto de Stress Hídrico y fertilización con NPK en la Morfología y Rendimiento del cultivo del algodónero. Tesis para optar el título de ingeniero.
- Kappes, C; Zancanaro, L; Bohac, E. 2016. Nitrogen and Potassium in Narrow-Row Cotton. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*. <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/8RxJz9wCSWMkvzNfXchFBQz/?format=pdf&lang=en>
- León, C. 2021. Agencia Agraria. Área de algodón para la campaña 2020/2021 <https://agraria.pe/noticias/area-de-algodon-para-la-campana-2020-2021-disminuiria-en-8-m-23401>
- MINAGRI 2019. Condiciones Agroclimáticas Cultivo del Algodón https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion_informacion_agraria/boletines_tecnicos/cultivo_algodon.pdf
- Mullins and Burmester. 1990. Auburn University, <https://slideplayer.es/slide/17992184/> Alabama p. 14.
- Nelson, W. 1949. The Effect of Nitrogen, Phosphorus, and Potash on Certain Lint and Seed Properties of Cotton. *Actions Agronomy Journal* Volume 41, Issue 7 p. 289-293.

- Nieves, M. 2021. INIA Perú. Manejo agronómico del cultivo de algodón en la Región Lambayeque <https://www.youtube.com/watch?v=EryaP4DitRs&t=4444s>
- Osterhuis, D.M; Jernstedt, J. 1999. Morphology and Anatomy of the Cotton Plant 1, Derrick University of Arkansas, University of California, chapter 2.1.
- Palomo, A; Gaytán, R; Faz, D; Sánchez, R; Gutiérrez, E. 2004. Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. Terra Latinoamericana, vol. 22, núm. 3, julio-septiembre, 2004, pp. 299-305 Chapingo, México. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57322306.pdf>
- Pervez, H; Ashraf, M; Makhdam, I. 2007. Effects of Potassium Rates and Sources on Fiber Quality Parameters in Four Cultivars of Cotton Grown in Aridisols. *Journal of Plant Nutrition*, volume 27, 2005 - Issue 12. Pages 2235-2257.
- Pundarikakshudu R 1988. Studies of the phosphate dynamics in a vertisol in relation to the yield and nutrient uptake of rainfed cotton, *Central Institute for Cotton Research*, India <https://sci-hub.se/10.1017/s0014479700016422>,
- Rashidi, M; Mohammad, G. 2011. Response of Yield and Yield Components of Cotton to Different Rates of Nitrogen Fertilizer. *Academic Journal of Plant science* 4(1): 22-25. [https://www.idosi.org/ajps/4\(1\)11/5.pdf](https://www.idosi.org/ajps/4(1)11/5.pdf).
- Reyes, P. 2014. El Algodón Pima Peruano: Cultivo y manejo agronómico. Universidad Nacional de Piura. Primera edición: Piura, septiembre de 2014.
- Ritchie, G; Bednarz, C; Jost, P; Brown, S. 2004, Cotton Growth and Development, *The University of Georgia, Cooperative extensión*.
- Saleem, M; Bilal, F; Awais, M; Shahid, S; Anjum, S. Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton (*Gossypium hirsutum* l.) cultivars. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 20(1): 2010, Pages: 23-27. https://lc.cx/h_D_GO.
- Santana, M. y Dos Santos, F. 2008, Adubação do algodoeiro com NPK em sistema plantio direto no cerrado. <https://lc.cx/Fidp03>
- Segura, C, JC. sf. Manual de SAS para principiantes. 17 p.
- Snyder, C. 2003, Fertilización del Algodón en los Estados Unidos. Arkansas <https://slideplayer.es/slide/17992184/>

- Tariq, M; Yasmeen, A; Ahmad; Hussain, N; Muhammad, A; Hasanuzzaman, M. 2017
Shedding of fruiting structures in cotton: factors, compensation and prevention.
Tropical and subtropical Agroecosystems, 20(2017): 251-252.
https://www.researchgate.net/publication/319406676_Shedding_of_Fruiting_Structures_in_Cotton_Factors_Compensation_and_Prevention
- Távora, A. 2011. Manual: Manejo integrado del cultivo del algodón. Establecimiento del cultivo y su uso adecuado de insumos, módulo I.
- Winner, S; Kucmierz J; David, A; 2018. The Clasification of Cotton of Cotton Incorporated. America's. <https://lc.cx/y7ZDI2>

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Peso de bellota (g)	N de Bellotas cosechadas (g)	Rendimiento de rama/ planta (g)	Rdto. en rama/ parcela (g)	Rendimiento en rama Kg/ha
MASSARO	0 0 0	1	4.30	12.00	51.14	715.95	2122.29
MASSARO	0 0 0	2	4.50	13.00	59.82	837.48	2482.54
MASSARO	0 0 0	3	4.60	13.10	60.04	840.50	2491.48
MASSARO	0 0 0	4	4.75	13.00	62.51	875.17	2594.26
UNA N° 1	0 0 0	1	5.10	12.40	63.27	885.83	2625.86
UNA N° 1	0 0 0	2	5.50	12.00	65.55	917.70	2720.33
UNA N° 1	0 0 0	3	5.00	11.00	57.68	807.49	2393.6
UNA N° 1	0 0 0	4	5.10	14.00	69.42	971.90	2881.0
Molinero extra largo	0 0 0	1	5.30	13.00	67.52	945.31	2802.17
Molinero extra largo	0 0 0	2	5.00	14.41	72.21	1011.00	2996.90
Molinero extra largo	0 0 0	3	5.30	12.30	65.10	911.37	2701.56
Molinero extra largo	0 0 0	4	5.20	14.00	73.98	1035.67	3070.03
PROMEDIO			5	13	64	896	2657
VARIANZA			0	1.0	41	8084	71035
DESVIACIÓN ESTANDAR			0.4	1.0	6	90	266.5
CV			0.07	0.08	0.10	0.10	0.10

Anexo 2: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Peso de bellota (g)	N de Bellotas cosechadas (g)	Rendimiento de rama/ planta (g)	Rdto en rama/ parcela (g)	Rendimiento en rama Kg/ha
MASSARO	80 40 80	1	4.80	13.80	66.20	926.76	2747.17
MASSARO	80 40 80	2	4.50	13.00	57.52	805.27	2387.06
MASSARO	80 40 80	3	4.70	13.20	61.86	866.00	2567.09
MASSARO	80 40 80	4	4.90	13.20	64.44	902.09	2674.06
UNA N° 1	80 40 80	1	5.40	13.10	70.75	990.50	2936.13
UNA N° 1	80 40 80	2	5.00	12.30	60.34	844.77	2504.13
UNA N° 1	80 40 80	3	5.20	13.50	70.28	983.98	2916.80
UNA N° 1	80 40 80	4	5.40	12.30	65.94	923.20	2736.63
Molinero extra largo	80 40 80	1	5.50	15.70	84.73	1186.20	3516.23
Molinero extra largo	80 40 80	2	5.80	16.50	95.89	1342.48	3979.49
Molinero extra largo	80 40 80	3	5.40	15.10	81.35	1138.91	3376.04
Molinero extra largo	80 40 80	4	5.49	15.30	84.25	1179.52	3496.44
PROMEDIO			5.17	13.92	71.96	1007.47	2986.44
VARIANZA			0.15	1.92	140.99	27634.46	242823.72
DESVIACIÓN ESTANDAR			0.39	1.39	11.87	166.24	492.77
CV			0.08	0.10	0.17	0.17	0.17

Anexo 3: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Peso de bellota (g)	N de Bellotas cosechadas (g)	Rendimiento de rama/ planta (g)	Rdto en rama/ parcela (g)	Rendimiento en rama kg/ha
MASSARO	120 60 120	1	5.00	14.70	73.55	1029.71	3052.34
MASSARO	120 60 120	2	4.80	15.50	74.45	1042.30	3089.68
MASSARO	120 60 120	3	5.10	15.00	76.74	1074.30	3184.53
MASSARO	120 60 120	4	4.80	17.00	82.09	1149.26	3406.74
UNA N° 1	120 60 120	1	5.31	15.90	84.19	1178.66	3493.9
UNA N° 1	120 60 120	2	5.50	15.40	84.72	1186.02	3515.7
UNA N° 1	120 60 120	3	5.62	13.70	76.74	1074.36	3184.7
UNA N° 1	120 60 120	4	5.50	13.80	75.69	1059.72	3141.3
Molinero extra largo	120 60 120	1	5.90	16.5	97.15	1360.12	4031.77
Molinero extra largo	120 60 120	2	5.42	15.7	84.71	1185.88	3515.29
Molinero extra largo	120 60 120	3	6.10	16.5	100.78	1410.97	4182.51
Molinero extra largo	120 60 120	4	5.48	15.6	85.33	1194.65	3541.29
PROMEDIO			5.38	15.44	83.01	1162.16	3444.98
VARIANZA			0.16	1.04	74.93	14686.48	129049.94
DESVIACIÓN ESTANDAR			0.40	1.02	8.66	121.19	359.24
CV			0.07	0.07	0.10	0.10	0.10

Anexo 4: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Peso de bellota (g)	N de Bellotas cosechadas (g)	Rendimiento de rama/ planta (g)	Rdto en rama/ parcela (g)	Rendimiento en rama kg/ha
MASSARO	160 80 160	1	4.80	17.20	82.68	1157.48	3431.10
MASSARO	160 80 160	2	5.18	17.30	89.61	1254.57	3718.90
MASSARO	160 80 160	3	4.95	16.40	81.12	1135.73	3366.64
MASSARO	160 80 160	4	5.00	17.00	84.80	1187.15	3519.06
UNA N° 1	160 80 160	1	5.90	15.60	92.19	1290.70	3826.0
UNA N° 1	160 80 160	2	5.50	15.60	91.79	1285.03	3809.2
UNA N° 1	160 80 160	3	5.80	17.50	101.24	1417.30	4201.3
UNA N° 1	160 80 160	4	6.00	19.50	110.40	1545.57	4581.5
Molinero extra largo	160 80 160	1	6.18	17.20	104.10	1457.34	4319.99
Molinero extra largo	160 80 160	2	6.10	16.20	98.54	1379.62	4089.60
Molinero extra largo	160 80 160	3	6.06	15.60	94.48	1322.70	3920.86
Molinero extra largo	160 80 160	4	5.81	15.70	93.44	1308.12	3877.64
PROMEDIO			5.61	16.73	93.70	1311.78	3888.48
VARIANZA			0.25	1.31	77.22	15134.68	132988.30
DESVIACIÓN ESTANDAR			0.50	1.14	8.79	123.02	364.68
CV			0.09	0.07	0.094	0.09	0.094

Anexo 5: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Rendimiento de fibra/planta (g)	Rdto fibra/ parcela(g)	Rendimiento en fibra kg/ha	% de fibra	Índice de fibra	Índice de semilla	Acude
MASSARO	0 0 0	1	18.87	264.21	783.13	36.90	7.49	12.50	2.71
MASSARO	0 0 0	2	20.90	292.55	866.39	34.93	6.18	12.00	2.88
MASSARO	0 0 0	3	19.25	269.48	799.80	32.06	6.8	13.00	2.75
MASSARO	0 0 0	4	20.99	293.80	871.67	33.57	7.32	14.35	2.98
UNA N° 1	0 0 0	1	22.34	312.78	926.94	35.31	7.20	13.0	2.83
UNA N° 1	0 0 0	2	22.75	318.47	943.95	34.70	6.15	11.5	2.80
UNA N° 1	0 0 0	3	19.69	275.62	816.22	34.13	7.33	14.0	2.93
UNA N° 1	0 0 0	4	23.67	331.42	982.42	34.10	6.77	13.0	2.93
Molinero extra largo	0 0 0	1	23.65	331.11	980.70	35.03	7.6	14.0	2.9
Molinero extra largo	0 0 0	2	28.16	394.29	1174.82	39.00	8.0	12.9	2.6
Molinero extra largo	0 0 0	3	21.15	296.13	878.20	32.49	7.2	15.0	3.1
Molinero extra largo	0 0 0	4	24.14	337.97	1000.80	32.63	8.6	17.6	3.1
PROMEDIO			22.1	309.8	918.8	34.6	7.2	13.6	2.9
VARIANZA			6.7	1322.8	11868.8	3.8	0.5	2.6	0.0
DESVIACIÓN ESTANDAR			2.6	36.4	108.9	1.9	0.7	1.6	0.1
CV			0.12	0.12	0.12	0.06	0.10	0.12	0.05

Anexo 6: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Rendimiento de fibra/planta (g)	Rdto fibra/ parcela (g)	Rendimiento en fibra kg/ha	% de fibra	Índice de fibra	Índice de semilla	Acude
MASSARO	80 40 80	1	23.19	324.70	961.51	35.04	7.35	13.0	2.85
MASSARO	80 40 80	2	21.41	299.70	888.00	37.22	8.35	13.3	2.69
MASSARO	80 40 80	3	21.36	299.10	885.65	34.54	6.63	12.5	2.89
MASSARO	80 40 80	4	21.73	304.28	901.16	33.73	6.74	12.12	2.90
UNA N° 1	80 40 80	1	25.02	350.30	1039.39	35.37	7.77	14.0	2.83
UNA N° 1	80 40 80	2	21.97	307.59	911.50	36.41	6.10	10.5	2.75
UNA N° 1	80 40 80	3	23.74	332.38	985.88	33.78	7.70	15.0	2.90
UNA N° 1	80 40 80	4	21.45	300.34	853.91	32.53	6.43	13.2	3.05
Molinero extra largo	80 40 80	1	28.86	403.97	1197.63	34.06	8.0	15.5	2.9
Molinero extra largo	80 40 80	2	31.50	441.00	1307.26	32.85	7.3	14.5	3.0
Molinero extra largo	80 40 80	3	26.98	377.66	1119.48	33.16	7.6	15.0	3.0
Molinero extra largo	80 40 80	4	27.25	381.56	1131.10	32.35	6.5	13.5	3.1
PROMEDIO			24.54	343.55	1015.21	34.25	7.20	13.51	2.91
VARIANZA			11.54	2262.09	20904.58	2.33	0.50	1.99	0.01
DESVIACIÓN ESTANDAR			3.40	47.56	144.58	1.53	0.71	1.41	0.12
CV			0.14	0.14	0.14	0.04	0.10	0.10	0.04

Anexo 7: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Rendimiento de fibra/planta (g)	Rdto fibra/parcela (g)	Rendimiento en fibra kg/ha	% de fibra	Índice de fibra	Índice de semilla	Acude
MASSARO	120 60 120	1	27.03	378.40	1121.00	36.75	7.35	12.5	2.76
MASSARO	120 60 120	2	26.84	375.75	1115.00	36.05	6.57	11.5	2.77
MASSARO	120 60 120	3	26.35	368.87	1093.00	34.34	7.19	13.0	2.91
MASSARO	120 60 120	4	31.30	438.26	1298.97	38.13	8.05	13.0	2.63
UNA N° 1	120 60 120	1	27.35	382.90	1135.20	32.49	7.32	15.0	3.08
UNA N° 1	120 60 120	2	30.50	426.97	1265.65	36.00	6.10	10.5	2.75
UNA N° 1	120 60 120	3	26.92	376.94	1117.80	35.09	8.14	15.0	2.80
UNA N° 1	120 60 120	4	26.57	372.02	1102.60	35.11	8.11	14.9	2.86
Molinero extra largo	120 60 120	1	30.86	432.04	1280.50	31.76	7.00	14.0	3.10
Molinero extra largo	120 60 120	2	30.05	420.65	1246.88	35.47	7.99	14.6	2.82
Molinero extra largo	120 60 120	3	33.24	465.41	1379.81	32.99	6.93	14.0	3.03
Molinero extra largo	120 60 120	4	27.77	388.82	1152.69	32.55	6.54	13.5	3.07
PROMEDIO			28.73	402.25	1192.43	34.73	7.27	13.45	2.88
VARIANZA			5.39	1056.20	9274.85	3.78	0.47	2.05	0.02
DESVIACIÓN ESTANDAR			2.32	32.50	96.31	1.95	0.69	1.43	0.16
cv			0.081	0.081	0.081	0.06	0.09	0.11	0.05

Anexo 8: Valores observados para las características de capacidad productiva

Variedad	Fertilización NPK	BLOQUE	Rendimiento de fibra/planta (g)	Rdto fibra/ parcela (g)	Rendimiento en fibra kg/ha	% de fibra	Índice de fibra	Índice de semilla	Acude
MASSARO	160 80 160	1	31.48	440.73	1306.56	38.08	7.37	12.0	2.63
MASSARO	160 80 160	2	33.51	469.16	1390.87	37.40	7.74	12.8	2.68
MASSARO	160 80 160	3	31.16	436.18	1293.11	38.41	7.83	12.5	2.61
MASSARO	160 80 160	4	34.26	479.70	1422.07	40.41	8.54	12.5	2.49
UNA N° 1	160 80 160	1	30.70	429.80	1274.06	33.30	7.98	15.5	2.96
UNA N° 1	160 80 160	2	34.19	478.67	1418.93	37.25	7.50	12.5	2.68
UNA N° 1	160 80 160	3	32.81	459.30	1361.64	32.41	7.10	14.5	3.09
UNA N° 1	160 80 160	4	37.61	526.49	1560.45	34.06	7.38	14.0	2.94
Molinero extra largo	160 80 160	1	34.48	482.66	1430.78	33.12	7.35	14.5	3.0
Molinero extra largo	160 80 160	2	32.79	459.02	1360.61	33.27	7.10	14.3	3.00
Molinero extra largo	160 80 160	3	30.71	429.88	1274.28	32.50	7.23	14.0	2.90
Molinero extra largo	160 80 160	4	30.83	431.68	1279.62	33.00	7.2	17.5	2.99
PROMEDIO			32.88	460.27	1364.41	35.27	7.53	13.88	2.83
VARIANZA			4.32	846.89	7432.89	7.96	0.18	2.46	0.04
DESVIACIÓN ESTANDAR			2.08	29.10	86.21	2.82	0.43	1.57	0.20
cv			0.063	0.063	0.063	0.08	0.06	0.11	0.07

Anexo 9: Valores observados para las características de calidad de fibra

Variedad	Fertilización NPK	Bloque	Longitud	Resistencia	Finura	Uniforme
MASSARO	0 0 0	1	32.90	33.5	5.8	89.00
MASSARO	0 0 0	2	34.1	33.5	5.2	86.50
MASSARO	0 0 0	3	33.7	33.8	5.6	89.00
MASSARO	0 0 0	4	32.90	32.8	5.8	87.20
UNA N° 1	0 0 0	1	36.4	32.4	5.10	88.54
UNA N° 1	0 0 0	2	36.6	32.0	4.91	88.80
UNA N° 1	0 0 0	3	38.6	33.6	4.65	86.95
UNA N° 1	0 0 0	4	36.8	32.7	4.90	88.30
Molinero extra largo	0 0 0	1	40.6	32.2	4.5	90.6
Molinero extra largo	0 0 0	2	40.0	31.4	4.3	88.15
Molinero extra largo	0 0 0	3	37.1	32.2	4.3	87.0
Molinero extra largo	0 0 0	4	40.2	32.5	4.2	87.5
MASSARO	80 40 80	1	32.5	34.1	5.6	88.10
MASSARO	80 40 80	2	33.2	32.9	5.1	87.90
MASSARO	80 40 80	3	33.2	33.9	5.6	87.25
MASSARO	80 40 80	4	33.8	33.6	5.2	86.65
UNA N° 1	80 40 80	1	36.9	32.0	5.0	87.25
UNA N° 1	80 40 80	2	36.4	33.3	5.3	87.30
UNA N° 1	80 40 80	3	38.2	34.7	4.8	90.40
UNA N° 1	80 40 80	4	38.1	31.3	4.3	85.25
Molinero extra largo	80 40 80	1	41.0	32.6	4.4	91.80
Molinero extra largo	80 40 80	2	38.7	33.0	4.4	88.35
Molinero extra largo	80 40 80	3	39.4	33.4	4.3	88.35
Molinero extra largo	80 40 80	4	38.9	31.2	4.1	90.15

PROMEDIO	2.5	36.7	32.8	4.9	88.2
varianza	1.3	7.7	0.9	0.3	2.2
DESV ESTAND	1.1	2.8	0.9	0.5	1.5
CV	0.46	0.08	0.03	0.11	0.02

Valores obtenidos en el laboratorio de calidad de fibra de la empresa Algodonera Peruana SAC

Anexo 10: Valores observados para las características de calidad de fibra

Variedad	Fertilización NPK	Bloque	Longitud	Resistencia	Finura	Uniforme
MASSARO	120 60 120	1	34.0	33.6	5.4	86.70
MASSARO	120 60 120	2	31.9	33.0	5.2	87.70
MASSARO	120 60 120	3	34.4	33.6	5.1	89.40
MASSARO	120 60 120	4	33.0	33.9	5.1	87.75
UNA N° 1	120 60 120	1	36.7	33.2	4.6	88.05
UNA N° 1	120 60 120	2	37.9	32.2	4.9	89.15
UNA N° 1	120 60 120	3	38.2	33.3	4.9	89.80
UNA N° 1	120 60 120	4	39.8	33.7	4.7	89.34
Molinero extra largo	120 60 120	1	40.2	33.0	4.4	90.70
Molinero extra largo	120 60 120	2	41.7	32.7	4.2	89.65
Molinero extra largo	120 60 120	3	39.2	33.8	3.9	90.30
Molinero extra largo	120 60 120	4	38.7	31.7	3.9	89.60
MASSARO	160 80 160	1	32.3	34.4	5.3	87.38
MASSARO	160 80 160	2	33.3	34.5	5.2	86.90
MASSARO	160 80 160	3	33.6	33.5	5.7	87.70
MASSARO	160 80 160	4	34.3	33.2	4.4	88.20
UNA N° 1	160 80 160	1	38.4	34.2	4.7	90.00
UNA N° 1	160 80 160	2	37.9	35.3	4.7	88.85
UNA N° 1	160 80 160	3	38.9	31.7	4.8	88.70
UNA N° 1	160 80 160	4	38.4	32.5	4.9	89.55
Molinero extra largo	160 80 160	1	41.1	34.7	4.4	89.77
Molinero extra largo	160 80 160	2	40.1	32.6	4.0	90.35
Molinero extra largo	160 80 160	3	39.3	32.4	3.7	89.21
Molinero extra largo	160 80 160	4	41.1	32.7	4.1	90.85

PROMEDIO	2.5	37.3	33.3	4.7	89.0
varianza	1.3	9.5	0.9	0.3	1.4
DESV ESTAND	1.1	3.1	0.9	0.5	1.2
CV	0.46	0.08	0.03	0.11	0.01

Valores obtenidos en el laboratorio de calidad de fibra de la empresa Algodonera Peruana SAC

Anexo 11: Valores observados para las características morfológicas

Variedad	Fertilización NPK	Bloque	Altura	Long Entrenudos	N° Ramas fruteras	N° de ramas vegetativas fruteras	N° de ramas extraordinarias	Índice de 1er Simpodio	Índice de inserción de rama vegetativa	Flores	% Shedding
MASSARO	0 0 0	1	1.58	6.6	9.5	1.0	0.00	7.5	3.0	23.0	43.48
MASSARO	0 0 0	2	1.58	7.0	10.0	2.0	0.00	7.0	4.0	21.5	41.86
MASSARO	0 0 0	3	1.60	7.2	10.5	1.5	1.00	8.0	3.5	22.0	40.91
MASSARO	0 0 0	4	1.65	7.8	11.0	2.0	0.00	7.0	2.5	25.0	52.00
UNA N° 1	0 0 0	1	1.48	7.0	13.5	1.5	0.50	6.0	3.0	22.5	51.11
UNA N° 1	0 0 0	2	1.55	7.4	12.5	1.5	0.00	8.0	2.50	20.0	40.00
UNA N° 1	0 0 0	3	1.56	7.2	10.5	1.5	1.00	7.0	3.0	32.4	69.14
UNA N° 1	0 0 0	4	1.46	6.9	12.0	2.0	0.00	7.0	2.5	24.0	41.67
Molinero extra largo	0 0 0	1	1.49	6.5	8.0	2.0	0.00	6.5	3.0	27.0	55.6
Molinero extra largo	0 0 0	2	1.50	6.8	8.5	1.0	0.00	7.5	2.0	26.5	47.2
Molinero extra largo	0 0 0	3	1.53	7.0	9.0	1.0	1.00	6.5	3.0	20.0	40.0
Molinero extra largo	0 0 0	4	1.54	7.0	7.5	1.5	0.00	7.0	2.5	21.5	41.9
PROMEDIO			1.5	7.0	10.2	1.5	0.3	7.1	2.9	23.8	47.1
varianza			0.0	0.1	3.4	0.2	0.2	0.4	0.3	12.5	75.8
DESV ESTAND			0.1	0.3	1.8	0.4	0.5	0.6	0.5	3.5	8.7
CV			0.04	0.05	0.18	0.26	1.54	0.08	0.18	0.15	0.18

Anexo 12: Valores observados para las características morfológicas

Variedad	Fertilización NPK	Bloque	Altura	Long Entrenudos	N° Ramas fruteras	N" de ramas vegetativas fruteras	N° de ramas extraordinarias	Índice de 1er simpodio	Índice de inserción de rama vegetativa	Flores	% Shedding
MASSARO	80 40 80	1	1.65	8.1	10.5	2.0	1.00	8.00	3.0	35.0	61.43
MASSARO	80 40 80	2	1.60	8.0	9.0	2.0	0.00	7.00	3.5	31.5	55.56
MASSARO	80 40 80	3	1.62	7.9	11.5	1.0	0.00	8.00	2.0	29.4	55.78
MASSARO	80 40 80	4	1.63	7.8	12.0	1.5	0.00	7.50	3.0	34.2	61.99
UNA N° 1	80 40 80	1	1.57	7.9	13.5	2.5	1.00	6.5	2.0	32.5	60.00
UNA N° 1	80 40 80	2	1.51	7.2	11.0	2.0	0.00	7.0	3.5	34.0	64.71
UNA N° 1	80 40 80	3	1.55	7.3	13.0	2.0	1.00	7.5	3.0	39.4	70.81
UNA N° 1	80 40 80	4	1.51	7.0	13.0	2.0	0.00	7.0	3.0	33.5	65.07
Molinero extra largo	80 40 80	1	1.50	6.9	10.0	1.0	0.00	6.5	3.0	33.5	52.2
Molinero extra largo	80 40 80	2	1.50	6.8	10.5	2.0	1.50	7.0	2.5	31.0	45.2
Molinero extra largo	80 40 80	3	1.55	7.2	10.5	2.0	0.00	7.0	2.0	36.0	57.7
Molinero extra largo	80 40 80	4	1.55	7.5	9.0	2.0	0.00	7.0	3.0	35.5	57.7
PROMEDIO			1.6	7.5	11.1	1.8	0.4	7.2	2.8	33.8	59.0
varianza			0.0	0.2	2.3	0.2	0.3	0.2	0.3	6.8	44.3
DESV ESTAND			0.1	0.5	1.5	0.4	0.6	0.5	0.5	2.6	6.7
CV			0.03	0.06	0.14	0.24	1.52	0.07	0.19	0.08	0.11

Anexo 13: Valores observados para las características morfológicas

Variedad	Fertilización NPK	Bloque	Altura	Long Entrenudos	N° Ramas fruteras	N° de ramas vegetativas fruteras	N° de ramas extraordinarias	Índice de 1er simpodio	Índice de inserción de rama vegetativa	Flores	% Shedding
MASSARO	120 60 120	1	1.59	7.90	10.0	2.0	0.00	7.5	2.00	36.0	61.11
MASSARO	120 60 120	2	1.66	8.30	11.0	2.5	0.00	8.5	3.00	39.5	62.03
MASSARO	120 60 120	3	1.64	8.50	12.5	2.5	1.00	8.0	2.50	37.0	59.46
MASSARO	120 60 120	4	1.62	7.90	11.0	1.0	2.00	6.5	3.00	40.5	58.02
UNA N° 1	120 60 120	1	1.54	7.30	13.0	2.0	2.50	7.5	2.50	33.0	60.61
UNA N° 1	120 60 120	2	1.63	7.70	12.5	2.5	0.00	7.0	2.00	35.5	63.38
UNA N° 1	120 60 120	3	1.62	7.90	15.0	2.5	1.00	5.5	3.00	40.0	67.50
UNA N° 1	120 60 120	4	1.58	7.60	12.0	2.0	1.00	6.0	3.00	38.0	68.42
Molinero extra largo	120 60 120	1	1.59	7.50	14.0	2.0	2.00	7.0	3.00	39.0	57.7
Molinero extra largo	120 60 120	2	1.52	7.10	12.0	1.5	0.00	7.0	2.00	37.5	58.1
Molinero extra largo	120 60 120	3	1.61	7.70	13.5	3.0	1.50	6.0	2.50	41.0	58.5
Molinero extra largo	120 60 120	4	1.59	7.40	12.0	2.0	1.00	7.0	2.00	44.0	64.5
PROMEDIO			1.6	7.7	12.4	2.1	1.0	7.0	2.5	38.4	61.6
varianza			0.0	0.2	1.9	0.3	0.8	0.7	0.2	8.4	13.5
DESV ESTAND			0.0	0.4	1.4	0.5	0.9	0.9	0.5	2.9	3.7
CV			0.03	0.05	0.11	0.25	0.88	0.12	0.18	0.08	0.06

Anexo 14: Valores observados para las características morfológicas

Variedad	Fertilización NPK	Bloque	Altura	Long Entrenudos	Nº Ramas fruteras	Nº de ramas vegetativas fruteras	Nº de ramas extraordinarias	Índice de 1er simpodio	Índice de inserción de rama vegetativa	Flores	% Shedding
MASSARO	160 80 160	1	1.67	9.50	12.5	3.0	1.00	8.5	3.0	39.8	57.29
MASSARO	160 80 160	2	1.71	10.20	12.0	2.5	0.00	7.5	3.0	43.0	60.47
MASSARO	160 80 160	3	1.69	10.50	11.0	1.0	0.00	8.0	3.0	44.0	63.64
MASSARO	160 80 160	4	1.67	9.40	12.5	1.5	2.00	6.0	3.5	45.5	62.64
UNA Nº 1	160 80 160	1	1.67	8.80	13.0	2.0	1.00	6.5	4.0	46.0	65.22
UNA Nº 1	160 80 160	2	1.69	7.60	11.5	1.5	2.50	7.0	3.0	45.5	64.84
UNA Nº 1	160 80 160	3	1.69	8.00	13.5	2.5	1.50	7.0	3.5	52.0	66.35
UNA Nº 1	160 80 160	4	1.67	9.00	14.5	3.0	1.00	6.0	3.0	47.0	58.51
Molinero extra largo	160 80 160	1	1.58	8.00	15.0	3.5	1.00	5.5	2.5	44.5	61.80
Molinero extra largo	160 80 160	2	1.56	8.40	15.5	3.0	0.00	7.0	3.0	52.0	69.23
Molinero extra largo	160 80 160	3	1.57	8.40	13.0	1.5	1.50	8.0	2.0	48.0	66.67
Molinero extra largo	160 80 160	4	1.63	8.50	12.5	2.0	2.00	6.0	2.5	53.5	70.09
PROMEDIO			1.6	8.9	13.0	2.3	1.1	6.9	3.0	46.7	63.9
varianza			0.0	0.8	1.9	0.6	0.7	0.9	0.3	16.5	15.8
DESV ESTAND			0.1	0.9	1.4	0.8	0.8	0.9	0.5	4.1	4.0
CV			0.03	0.10	0.11	0.35	0.74	0.14	0.17	0.09	0.06

**Anexo 15: Transformación de datos raíz cuadrada +1 de ramas extraordinarias
NPK 0 0 0 a NPK 80 40 80**

Variedad	Fertilización NPK	Ramas extraordinarias
MASSARO	0 0 0	1.00
MASSARO	0 0 0	1.00
MASSARO	0 0 0	1.41
MASSARO	0 0 0	1.00
UNA N° 1	0 0 0	1.22
UNA N° 1	0 0 0	1.00
UNA N° 1	0 0 0	1.41
UNA N° 1	0 0 0	1.00
Molinero extra largo	0 0 0	1.00
Molinero extra largo	0 0 0	1.00
Molinero extra largo	0 0 0	1.41
Molinero extra largo	0 0 0	1.00
MASSARO	80 40 80	1.41
MASSARO	80 40 80	1.00
MASSARO	80 40 80	1.00
MASSARO	80 40 80	1.00
UNA N° 1	80 40 80	1.41
UNA N° 1	80 40 80	1.00
UNA N° 1	80 40 80	1.41
UNA N° 1	80 40 80	1.00
Molinero extra largo	80 40 80	1.00
Molinero extra largo	80 40 80	1.58
Molinero extra largo	80 40 80	1.00
Molinero extra largo	80 40 80	1.00

MASSARO	120 60 120	1.00
MASSARO	120 60 120	1.00
MASSARO	120 60 120	1.41
MASSARO	120 60 120	1.73
UNA N° 1	120 60 120	1.87
UNA N° 1	120 60 120	1.00
UNA N° 1	120 60 120	1.41
UNA N° 1	120 60 120	1.41
Molinero extra largo	120 60 120	1.73
Molinero extra largo	120 60 120	1.00
Molinero extra largo	120 60 120	1.58
Molinero extra largo	120 60 120	1.41
MASSARO	160 80 160	1.41
MASSARO	160 80 160	1.00
MASSARO	160 80 160	1.00
MASSARO	160 80 160	1.73
UNA N° 1	160 80 160	1.41
UNA N° 1	160 80 160	1.87
UNA N° 1	160 80 160	1.58
UNA N° 1	160 80 160	1.41
Molinero extra largo	160 80 160	1.41
Molinero extra largo	160 80 160	1.00
Molinero extra largo	160 80 160	1.58
Molinero extra largo	160 80 160	1.73
PROMEDIO		1.3
varianza		0.1
DESV ESTAND		0.3
CV		0.23

Anexo 16: Análisis de varianza del combinado, algodón rama kg/ha

Fuentes de Variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización (F)	3	3467402.0	**
Variedades (V)	2	1758983.45	**
Bloques	3	15541.8	ns
Interacción FxV	6	156300.8	*

CV % 7.26

Anexo 17: Análisis de varianza para el estudio de los efectos simples de los factores de algodón en rama kg/ha

Fuente de Variabilidad	G L	Cuadrado medio	Significancia
Efectos simples del Factor Fertilización			
Entre NN x VI	3	1026275	**
Entre NN x V2	3	1751606	**
Entre NN x V3	3	1002122	**
Efectos simples del factor Variedades			
Entre VV x NPK1	2	1132542	**
Entre VV x NPK2	2	439470	*
Entre VV x NPK3	2	434946	*
Entre VV x NPK0	2	220929	*
Error	33	55530.5	

NN: niveles de fertilización, VV; variedades de algodón

Anexo 18: Análisis de varianza del combinado, algodón fibra kg/ha

Fuentes de Variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	465747.82	**
Variedades	2	78770.51	*
Bloques	3	11147.70	ns
Interacción FxV	6	21913.54	*

CV % 7.3

Anexo 19: Análisis de varianza de los efectos simples de los factores de fibra kg/ha

Fuente de Variabilidad	GL	Cuadrado medio	Significancia
Efectos simples del Factor Fertilización			
Entre NN x VI	3	227849	**
Entre NN x V2	3	202325	**
Entre NN x V3	3	79401	**
Efectos simples del factor Variedades			
Entre VV x NPK1	2	91964	**
Entre VV x NPK2	2	15791	ns
Entre VV x NPK3	2	4930	ns
Entre VV x NPK0	2	31826	*
Error	33	6721.937	

NN: niveles de fertilización, VV; variedades de algodón

Anexo 20: Análisis de varianza del combinado, porcentaje de fibra de algodón

Fuentes de Variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	2.156	ns
Variedades	2	27.181	**
Bloques	3	9.139	*
Interacción FxV	6	7.188	*

CV % 4.24

Anexo 21: Análisis de varianza de los efectos simples de los factores en el porcentaje de fibra

Fuente de Variabilidad	GL	Cuadrado medio	Significancia
Efectos simples del Factor Fertilización			
Entre NN x V1	3	13.492	*
Entre NN x V2	3	0.125	ns
Entre NN x V3	3	2.914	ns
Efectos simples del factor Variedades			
Entre VV x NPK1	2	4.328	ns
Entre VV x NPK2	2	9.775	*
Entre VV x NPK3	2	34.463	**
Entre VV x NPK0	2	0.179	ns
Error	33	2.174	

NN: niveles de fertilización, VV; variedades de algodón

Anexo 22: Análisis de varianza del combinado, número de bellotas por planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	34.850	**
Variedades	2	4.989	*
Bloques	3	0.785	ns
Interacción FxV	6	2.773	*

CV% 6.31

Anexo 23: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores del número de bellotas por planta

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado medio	Significancia
Efectos simples del Factor Fertilización			
Entre NN x V1	3	15.405	**
Entre NN x V2	3	18.337	**
Entre NN x V3	3	6.65459	**
Efectos simples del factor Variedades			
Entre VV x NPK1	2	9.263	**
Entre VV x NPK2	2	1.926	ns
Entre VV x NPK3	2	0.941	ns
Entre VV x NPK3	2	1.178	ns
Error	33	0.865	

NN: niveles de fertilización, VV; variedades de algodón

Anexo 24: Análisis de varianza del combinado, peso de bellota (g)

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	significancia
Niveles de Fertilización	3	0.892	**
Variedades	2	3.040	**
Interacción FxV	6	0.039	ns

CV % 3.7

Anexo 25: Análisis de varianza del combinado sobre Índice de fibra

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	0.269	ns
Variedades	2	0.163	ns
Interacción FxV	6	0.563	ns

CV % 8.7

Anexo 26: Análisis de varianza del combinado sobre índice de semilla

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	0.44	ns
Variedades	2	15.95	**
Interacción FxV	6	0.98	ns

CV % 8.6

Anexo 27: Análisis de varianza del combinado sobre el acude

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	0.012	ns
Variedades	2	0.191	**
Interacción FxV	6	0.021	ns

CV % 4.08

Anexo 28: Análisis de varianza del combinado sobre la longitud de fibra

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	1.528	ns
Variedades	2	177.17	**
Interacción FxV	6	0.391	ns

CV% 2.84

Anexo 29: Análisis de varianza del combinado sobre la finura de fibra

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	0.206	*
Variedades	2	5.195	**
Interacción FxV	6	0.025	ns

CV % 5.30

Anexo 30: Análisis de varianza del combinado sobre la uniformidad de fibra %

Fuentes de variabilidad	GL	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	2.616	ns
Variedades	2	13.194	**
Interacción FxV	6	1.477	ns

CV% 1.3

Anexo 31: Análisis de varianza del combinado de la resistencia de fibra

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	1.193	ns
Variedades	2	3.923	*
Interacción FxV	6	0.088	ns

CV % 2.67

Anexo 32: Análisis de varianza del combinado, altura de Planta

Fuentes variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	significancia
Niveles de Fertilización	3	0.027	**
Variedades	2	0.029	**
Bloques	3	0.002	ns
Interacción FxV	6	0.003	*

CV % 1.9

Anexo 33: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores de la altura de planta

Fuente de Variabilidad	GL	Cuadrado medio	Significancia
Efectos simples del Factor Fertilización			
Entre NN x V1	3	0.005	**
Entre NN x V2	3	0.022	**
Entre NN x V3	3	0.005	**
Efectos simples del factor Variedades			
Entre VV x NPK1	2	0.012	**
Entre VV x NPK2	2	0.003	ns
Entre VV x NPK3	2	0.013	**
Entre VV x NPK0	2	0.011	**
Error	33	0.0009	

NN: niveles de fertilización, VV; variedades de algodón

Anexo 34: Análisis de varianza del combinado, número de entrenudos por planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	7.282	**
Variedades	2	3.328	**
Bloques	3	0.134	ns
Interacción FxV	6	0.461	**

CV% 4.7

Anexo 35: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores de longitud de entrenudos de planta

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado medio	Significancia
Efectos simples del Factor Fertilización			
Entre NN x VI	3	5.369	**
Entre NN x V2	3	1.134	**
Entre NN x V3	3	1.701	**
Efectos simples del factor Variedades			
Entre VV x NPK1	2	0.763	**
Entre VV x NPK2	2	0.561	*
Entre VV x NPK3	2	3.256	**
Entre VV x NPK0	2	0.131	ns
Error	33	0.134	

NN: niveles de fertilización, VV; variedades de algodón

Anexo 36: Análisis de varianza del combinado de índice de inserción de primer simpodio

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	0.158	ns
Variedades	2	3.000	**
Interacción FxV	6	0.111	ns

CV %: 9.7

Anexo 37: Análisis de varianza del combinado del Índice de inserción vegetativa

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	0.45	ns
Variedades	2	0.896	*
Interacción FxV	6	0.174	ns

CV % 18.3

Anexo 38: Análisis de varianza del combinado de ramas vegetativa

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	1.20	*
Variedades	2	0.25	ns
Bloques	3	0.12	ns
Interacción FxV	6	0.14	ns

CV % 31.5

Anexo 39: Análisis de varianza del combinado, ramas fruteras por planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	significancia
Niveles de Fertilización	3	19.243	**
Variedades	2	13.797	**
Bloques	3	0.979	ns
Interacción FxV	6	5.769	**

CV % 9.3

Anexo 40: Análisis de varianza para estudio de los efectos simples de los factores de ramas fruteras de planta

Fuente de Variabilidad	GL	Cuadrado medio	Significancia
Efectos simples del Factor Fertilización			
Entre NN x VI	3	2.182	ns
Entre NN x V2	3	0.917	ns
Entre NN x V3	3	27.682	**
Efectos simples del factor Variedades			
Entre VV x NPK1	2	7.31	**
Entre VV x NPK2	2	4.75	*
Entre VV x NPK3	2	4.02	*
Entre VV x NPK0	2	15.000	**
Error	33	1.180	

CV % 9.3, NN: niveles de fertilización, VV; variedades de algodón

Anexo 41: Análisis de varianza del combinado de número de ramas extraordinarias

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	0.294	*
Variedades	2	0.085	ns
Interacción FxV	6	0.012	ns

CV% 21.3, valores fueron transformados con raíz cuadrada más uno

Anexo 42: Análisis de varianza del combinado de número de flores por planta

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	672.771	**
Variedades	2	122.438	*
Interacción FxV	6	42.532	ns

Anexo 43: Análisis de varianza del combinado de porcentaje de shedding

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrados medios	Significancia
Niveles de Fertilización	3	1099.05	**
Variedades	2	30.610	*
Interacción FxV	6	12.054	ns

Anexo 44 : Siembra y aparición de hojas

Siembra 18 de noviembre 2021



Aparición de cotiledones día 9



Aparición de hojas verdaderas, día 27



Anexo 45: Elongación de tallo, día 40

MASSARO

NPK Testigo 0 0 0



MASSARO

NPK3 160 80 160



UNA N°1 Elongación de tallo, día 40

NPK Testigo 0 0 0



NPK3 160 80 160



Molinero extra largo, día 40, Elongación de tallo:

NPK0 Testigo 0 0 0



NPN3 160 80 60



Anexo 46: Floración al 50%. Día 120

MASSARO NPK3 160 80 60



UNA N°1 NPK3 160 80 60



Molinero extra largo NPK3 160 80 60



Anexo 47: Desarrollo de Bellotas de variedad Massaro

MASSARO NPK0 0 0 0



MASSARO NPK1 80 40 80



MASSARO NPK2 120 60 120



MASSARO NPK3 160 80 160



Anexo 48 : Desarrollo de Bellotas en variedad UNA N°1

UNA N°1 NPK0 0 0 0



UNA N°1 NPK1 80 40 80



UNA N°1 NPK2 120 60 120



UNA N°1 NPK3 160 80 80



Anexo 49: Desarrollo de bellotas “Molinero extra largo”

NPK0 0 0 0



NPK1 80 40 80



NPK2 120 60 120



NPK3 160 80 160



Anexo 50: Inicio de cosecha variedad MASSARO

NPK0 0 0 0



NPK1 80 40 80



NPK2 120 60 120



NPK3 160 80 160



Anexo 51: Inicio de cosecha variedad UNA N°1

NPK0 0 0 0



NPK1 80 40 80



NPK2 120 60 120



NPK3 160 80 160



Anexo 52: Inicio de cosecha variedad “Molinero extra largo”

NPK0 0 0 0



NPK1 80 40 80



NPK2 120 60 120



NPK3 160 80 160

