

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**MÉTODOS DE LABRANZA MECANIZADA EN EL CULTIVO
DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) VARIEDAD INIA 418 – EL
NAZARENO PAMPA DEL ARCO 2750 msnm**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
BERNARDO LUIS PARDO ALFARO**

**AYACUCHO - PERÚ
2017**

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre Bernardo y con gratitud a mi madre Crispiniana, quienes con amor, lucha y dedicación constante supieron demostrar que se puede llevar adelante las metas trazadas.

Con amor a mi esposa Roxana y mis hijas Paola Belú y Akemy Cristel Yarela, quienes son las que alimentan con su cariño y alegría en los momentos difíciles.

A mis hermanos Joaquín, Marisa, Dante y Fredy.

Un aprecio especial a mis grandes amigos de toda una vida, compañeros de las aulas universitarias Wualdo, Ramiro, Adriel, Adalino y Walter.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, y a sus docentes que laboran en ella por haber compartido sus conocimientos y valores para el beneficio del Agro Peruano.

Mi profundo agradecimiento a mis padres y a toda mi familia, por todo lo que han hecho para que yo pudiera seguir adelante en mi carrera profesional.

Un sincero agradecimiento y estima personal a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por su ardua labor de formar profesionales competentes, y de transmitir responsabilidades, experiencia y conocimientos, que me guiaron y contribuyeron en mi formación académica durante mi carrera profesional.

Mi sincero y especial agradecimiento al Ing. Federico Quicaño Suarez y el Ing. Eduardo Robles García, por su valioso apoyo permanente e incondicional durante el planeamiento, ejecución, redacción y procesamiento de datos del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de trabajo y mis amigos por el apoyo moral e incondicional para culminar el trabajo de investigación.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1	Origen del trigo	3
1.2	Clasificación botánica	4
1.3	Morfología	6
1.4	Clima	8
1.5	Luz	11
1.6	Agua	11
1.7	Fertilización	13
1.8	Labranza	17
1.9	Tipos de labranza	19
1.10	Labranza de conservación	22
1.11	Labranza mecanizada	23

CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1	Ubicación	30
2.2	Características climáticas	30
2.3	Análisis físico químico del suelo	35
2.4	Organización del experimento	36
2.5	Implementos agrícolas utilizados	40

2.6	Diseño experimental	42
2.7	Modelo aditivo lineal	43
2.8	Conducción del experimento	43
2.9	Parámetros de evaluación	46

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Variables de precocidad	48
3.2	Variables de rendimiento	51
3.3	Regresión del peso de granos (Y) en función de la longitud de espiga (X_1), número de granos/espiga (X_2)	63
3.4	Relación suelo – agua – planta por los métodos de labranza	68
3.5	Merito económico de los tratamientos	69

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	71
4.2	Recomendaciones	73
	Resumen	74
	Referencia bibliográfica	76
	Anexos	79

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el trigo es un cereal muy utilizado en la alimentación de la población peruana, pero nuestra producción es deficitaria, al punto que en el año 2007 sólo llegó a cubrir 11% de la demanda interna (Gómez, 2009) lo que nos hace dependientes de las importaciones. Su producción se desarrolla mayormente sobre los 2 mil y hasta 4 mil metros de altitud, en tierras marginales que pertenecen a los agricultores más pobres del país, los que no disponen de semilla certificada que les garantice calidad y productividad, no cuenta con asistencia técnica, ni están organizados, a pesar que la población campesina de nuestra sierra mucho depende de este grano para su alimentación y su economía.

Los agricultores de las zonas semiáridas en el Perú están interesados en conservar y retener la máxima cantidad de agua. Según nuestra experiencia la limitante más drástica de la producción de cultivos en las zonas semiáridas es la sequía. La precipitación en las zonas semiáridas es escasa y en otras ocasiones abundantes, pero distribuidas en forma

irregular. Una parte de la lluvia se infiltra en el suelo el resto se pierde como escorrentía superficial originando problemas de erosión. Lo más crítico es que la lluvia no se distribuye en forma uniforme en las diversas etapas del cultivo.

Existen gran cantidad de aperos diferentes que permiten el laboreo del suelo con objetivos muy distintos, desde facilitar el drenaje a incorporar los residuos del cultivo anterior, realizar una labor de vertedera, desmenuzar el suelo para preparar el lecho de siembra, etc.; es necesario realizar una correcta elección de los diferentes aperos y labores posibles a realizar en la labranza de suelos, para conseguir el máximo rendimiento económico en la producción del cultivo del trigo, con el menor coste de producción en la mano de obra y maquinaria.

En el presente trabajo de investigación, se hizo una evaluación de diferentes métodos de labranza mecanizada, con la finalidad de optimizar el rendimiento bajo condiciones de secano en el centro experimental de Pampa del Arco. Bajo estas consideraciones se planteó los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar la precocidad del cultivo de trigo bajo diferentes tipos de labranza.
2. Evaluar el rendimiento del cultivo de trigo en sus variables por efecto de los diferentes tipos de labranza
3. Determinar el mérito económico del cultivo de trigo en los tratamientos evaluados.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ORIGEN DEL TRIGO

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA (1999) afirma que el trigo es uno de los cultivos más antiguos que se conocen y su historia se confunde con la agricultura. Se le cree originario de las zonas próximas a los ríos Tigres y Eúfrates, en Asia occidental. De hecho, actualmente la mayor diversidad genética en trigos se encuentra en Irán, Israel y zonas limítrofes. En cuanto a su panificación, Egipto fue el primer lugar donde se practicó.

Desde las zonas de Oriente Próximo, el trigo se extendió al resto del mundo. A España llegó alrededor del año 4000 a.c., y en América lo introdujo Hernán Cortes en las épocas iniciales del proceso de colonización española.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (1997) fue aparentemente cultivado en el medio oriente 10,000 a 15,000 años antes de Cristo; mencionado en escritos 550 años a.c. Muchas de las características de las plantas eran bien conocidas 2,000 años atrás, cuando ya era evidentemente cultivado como alimento. Se remonta a la más primaria existencia humana. Si el hombre no domesticó el trigo en los Valles del Tigris y el Eúfrates, entonces ahí ya existía el trigo, permitiéndole subsistir y progresar, desarrollar el arte y la ciencia. El hecho es que el trigo se generalizó en el consumo casi en todas las Regiones del Planeta.

1.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Jara (1993) se puede clasificar bajo tres formas.

Clasificación taxonómica.

Clase : Angiosperma

Sub clase : Monocotiledónea

Orden : Graminales

Familia : Gramineae

Sub Familia : Festucoidae

Tribu : Triticeae

Género : ***Triticum***

: ***Triticum aestivum***

Triticum durum

Triticum Compactum

Clasificación Comercial.

Textura del grano: duro, suave

Color de grano: rojo, blanco

Hábito vegetativo: primaveral, invernal.

Clasificación con base en el número de cromosomas.

Jara (1993) clasificó al trigo con base en el número cromosómico, estableciendo tres grupos. El grupo diploide con 14 cromosomas; tetraploide con 28 cromosomas; y hexaploide con 42 cromosomas.

FAO (1997) botánicamente el trigo pertenece a la familia Poaceae y a la tribu Triticeae. Existen tres grupos de especies: diploide con 14 cromosomas; tetraploide con 28 cromosomas; y hexaploide con 42 cromosomas.

La especie más importante que pertenece al grupo hexaploide, es *Triticum aestivum*, conocida como trigo común, trigo harinero o trigo de panificación. Un 90% de la producción mundial de trigo corresponde a esta especie.

Los granos de trigo harinero varían en textura, clasificándolos como duros y blandos. Los trigos harineros de grano duro son principalmente aptos para panificación, mientras que los de grano blando tienen calidad apropiada para la fabricación de galletas y productos de repostería.

La otra de importancia pertenece al grupo tetraploide, es *Triticum turgidum* var. *Durum*, del cual se extrae semolina que se usa para elaborar macarrones y otras pastas alimenticias. Esta especie cubre alrededor del 10% de la producción mundial de trigo.

Los trigos pueden ser sub divididos en forma amplia en tipos de grano vítreo y opaco. El trigo harinero, *Triticum aestivum* es generalmente opaco, mientras que el trigo durum, *Triticum turgidum* var. *Durum*, y las especies diploides son vítreas. Los trigos vítreos generalmente tienen mayor valor proteico.

De acuerdo al hábito de crecimiento del cereal, son primaverales, facultativos e invernales. Los trigos primaverales no requieren de un periodo de frío (vernalización) para formar su primordio floral, se siembran donde no se presentan bajas temperaturas. Los trigos facultativos tienen mayores requerimientos de frío que los trigos primaverales y menores que los invernales para formar su primordio floral. Los trigos invernales requieren un sin número de horas frío para formación de primordio floral.

1.3 MORFOLOGÍA

Gispert (1984) el grano de trigo es una cariósipide (fruto seco) e indehisciente, a cuya única semilla está adherido el pericarpio. Tiene forma ovoidal y lo componen el embrión, el endospermo y el involucro.

El embrión está en el extremo de la cariósida, el papel que desempeña es la de reproducción de la planta. En él se encuentran ya formados los órganos principales del futuro individuo: la radícula, la plumilla. El embrión contiene fundamentalmente trazas, sustancias nitrogenadas, enzimas, vitaminas y hormonas.

El endospermo, constituye la mayor parte del grano y está formado por una capa aleurónica externa, un parénquima interno, cuyas células son ricas en almidón y menos ricas en sustancias proteicas a medida que nos acercamos al interior del grano. El endospermo contiene asimismo pequeños porcentajes de grasas, sustancias minerales y enzimas.

El involucro del grano, está formado por células del pericarpio y del espermodermo subyacente.

La raíz, es fasciculada, consta de raíces seminales y adventicias o secundarias, las primeras en número de 3 a 8 siendo de origen embrionario, finas, ramificadas y ricas en pelos radicales. Las raíces secundarias surgen posteriormente a las seminales a partir del momento en que la planta ha formado su tercera o cuarta hoja. Las raíces adventicias son más gruesas y robustas, numerosas y desarrolladas, constituyendo la gran masa del sistema radical de la planta. La profundidad que puede alcanzar las raíces depende del estado nutritivo de la planta y de la naturaleza del terreno.

El tallo, es una caña, formada por nudos y entrenudos, provisto de hojas y de una inflorescencia en su extremidad superior.

Las hojas, se originan en los entrenudos y se disponen en dos ringleras a lo largo de la caña: son dísticas. Cada hoja se compone de una vaina, que abraza el tallo, seguida de una larga y angosta lámina. En la línea de unión de la vaina y la lámina foliar se halla una membrana, blanca, denominada lígula.

La espiga, consta de un tallo central entrenudos cortos llamados raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores incipientes, de las cuales abortan la mayor parte. Cada flor consta por dos brácteas verdes o glumillas, de las cuales la exterior se prolonga en una barba o arista en los trigos barbados.

El ovario, es unilocular con estilo bífido y estigma plumoso. El número haploide de cromosomas en el trigo es 7. La poliploidia ha jugado un gran papel en el origen de las especies de trigo.

1.4. CLIMA

Temperatura

La temperatura tiene su incidencia en los diferentes estadios del cultivo, como germinación; macollamiento y encañado; espigado y maduración.

a. Germinación

Jara (1993) la temperatura óptima es de 20 a 25°C sin embargo, el trigo puede germinar en un rango de 1 a 35°C a temperaturas más altas, el endosperma puede descomponerse por la acción de bacterias u hongos del suelo.

Gispert (1984) a partir de una temperatura de 3°C y con la humedad y aireación necesarias el grano de trigo comienza a germinar, hinchándose primero por absorber agua.

b. Macollamiento y encañado

Jara (1993) temperaturas de 18 a 22°C favorecen un crecimiento activo de la planta. A medida que la temperatura sube de 22 a 42°C, disminuyen el número de macollos, la longitud de la raíz, la altura de la planta y la coloración verde de las hojas. Entre los efectos indirectos del calor, excesivo y prolongado, se observa una disminución de la respiración, debido a una marcada reducción de las reservas de las plantas.

Gispert (1984) es un proceso de ahijamiento donde nacen tallos secundarios, que tiene lugar del segundo nudo del tallo de la planta madre.

Las matas más ahijadas tendrán hasta veinte hijos. El poder de ahijamiento depende de la variedad de trigo utilizada, pero existen varios factores que condicionan el macollado. Así, el número de hijos viene

favorecido por la humedad, el aporcado, la siembra temprana, la riqueza del suelo, buena temperatura y la poca densidad de siembra.

A medida que asciende la temperatura en primavera, llega un momento en que los nudos pierden su facultad de emitir hijos. A partir de este momento empieza el encañado, consistente en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos. Durante la fase de encañado comienza un periodo de gran variedad fisiológica. La extracción de elementos nutritivos del suelo empieza a ser grande, especialmente de materias nitrogenadas y aumentan las necesidades hídricas, es al final del encañado cuando la espiga esta próxima a salir.

c. Espigado y Maduración

Jara (1993) se obtiene buena cantidad de materia seca al momento de la cosecha con una temperatura de 22°C. En la época de espigado los cambios bruscos de temperatura o heladas, producen esterilidad; por falta de apertura de los estambres. El vaneamiento (espigas vanas) se observa siempre cuando las temperaturas sean menores a 15°C durante la fecundación. Las temperaturas bajas o heladas durante el periodo de fecundación a grano pastoso causan plasmólisis, produciendo granos arrugados, reduciendo el rendimiento y la capacidad germinativa. Temperaturas altas durante el periodo de espigado a maduración pueden afectar la calidad proteica del grano, especialmente las características de panificación. Altas temperaturas en este estadio pueden ocasionar un

secado violento de las plantas, con producción de granos arrugados por falta de un llenado normal de los mismos.

1.5 LUZ

Jara (1993) bajo ciertas condiciones y dependiendo de la variedad, la intensidad y duración de la luz, puede afectar el normal desarrollo de la planta de trigo. En algunas variedades sensibles al fotoperiodo, el cambio de estado vegetativo al reproductivo depende de la luz. Sin embargo, sus efectos pueden ser modificados por diferencias de temperatura. Los días cortos incrementan el crecimiento vegetativo y los días largos aceleran la formación de la inflorescencia. El trigo de primavera florece en cualquier longitud del día, desde menos de ocho horas de luz continua bajo temperaturas favorables. Estos trigos completan rápidamente su ciclo de vida con temperaturas de 21 °C a más, y días largos. Cuando los días son cortos en el periodo de formación maduración, el ciclo vegetativo se prolonga.

Bajas intensidades de luz, cercanas a la fecha del proceso de fecundación, pueden reducir el número de flores por espiga; y, si esta poca luminosidad es posterior a la fecundación, puede afectarse el peso de los granos.

1.6 AGUA

El trigo es abastecido de agua por dos vías: por precipitaciones y a través de riegos por gravedad, siendo el primero común en nuestra serranía.

Jara (1993) la precipitación óptima varía de 600 a 800 mm, distribuidos durante el ciclo del cultivo. Durante los dos últimos meses anteriores a la cosecha, se tiene de 80 a 150 mm de precipitación. El periodo de mayor consumo diario es de espigazón - cuaje, a partir de mediados de encañazón, con un máximo en espigazón floración. Durante el llenado de grano el consumo disminuye progresivamente, ya que disminuye el área foliar, a pesar que la demanda ambiental aún es elevada. La mayor demanda que no es satisfecha por el suelo desde el punto fisiológico es en meiosis del polen.

El exceso de agua en el periodo de crecimiento puede causar problemas de encharcamiento del suelo. Que a su vez, origina temperaturas muy bajas que interfieren con la aireación y nitrificación, ocasionando la clorosis o muerte de plantas por asfixia. Si el exceso de humedad del suelo es acompañado de alta humedad atmosférica, pueden favorecerse el desarrollo de enfermedades, especialmente si hay temperaturas altas. El peso hectolitrito del grano y su apariencia puede verse afectado. Durante la cosecha, las lluvias tardías y en exceso pueden causar la germinación de los granos en las espigas. Esto afecta la calidad, el rendimiento y posterior almacenamiento.

Por otra parte, el déficit hídrico altera el normal funcionamiento de las plantas, influyendo de este modo sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo.

Los procesos fisiológicos tienen distintos grados de sensibilidad frente al déficit de agua.

1.7 FERTILIZACIÓN

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA (1999) indica que las cantidades medias de nutrientes extraídos por las plantas de trigo son, aproximadamente, 3 kg de nitrógeno (N), 1 kg de fosfatos (P_2O_5) y 2 kg de potasa (K_2O) por cada 100 kg de grano producido.

Debido a la movilidad del nitrógeno, la aplicación del mismo debe fraccionarse en función de las características del clima y el suelo. Habitualmente, se aplica como máximo un tercio de la cantidad del nitrógeno total en la siembra, y el resto, entre el final del ahijamiento y el comienzo del encañado. Así se favorece el incremento del número y el vigor de los tallos con espigas, la fertilidad de éstas y el desarrollo de las hojas, así mismo es importante evitar el exceso de abono nitrogenado, que puede provocar el encamado del cereal y favorecer el desarrollo de enfermedades.

La aplicación de fósforo y potasio se realiza en una sola dosis, con la siembra.

Parodi y Romero (1991) la aplicación de los fertilizantes se efectúa utilizando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra y la otra

mitad al macollaje (30 a 45 días después de la siembra). En ciertos casos al nitrógeno puede fraccionarse para que la asimilación sea gradual esto depende del número de veces, principalmente de la textura del suelo clima.

En condiciones de fuerte precipitación se recomienda fraccionar. 1/3 a la siembra y 2/3 al macollaje.

Rodríguez (1998) los macro elementos nitrógeno y en segundo término fósforo y potasio, se encuentran con frecuencia en cantidades inferiores a las requeridas por las plantas para alcanzar altos rendimientos. Los fertilizantes se hacen indispensables, debiendo ser agregados al suelo para proporcionar a las plantas las cantidades necesarias para optimizar su productividad.

Una de las prácticas recomendadas para incrementar la eficiencia de uso del N a valores que rondan el 70 %, es la fertilización foliar. Sin embargo esta alternativa se ve limitada por las bajas cantidades que se pueden adicionar por aplicación (10 kg N/ha). Ante condiciones propicias para la pérdida de N, habría que tratar de incorporar el fertilizante al suelo o utilizar dosis bajas en más de una aplicación. Otra alternativa es la utilización de inhibidores de la actividad ureásica o de la nitrificación o fertilizantes de liberación lenta.

Sin duda la mejora genética de híbridos o cultivares capaces de utilizar con mayor eficiencia el N sería de gran utilidad, sin embargo esto se contrapone con la selección en ambientes de alta dotación de N.

Fuertes (2005) revela que la dosis óptima que permite obtener el máximo rendimiento del cultivo de trigo, en las condiciones climáticas de Álava en Argentina, se sitúa en 155 kg de nitrógeno por hectárea.

También señala que dosis de fertilización iguales o menores a 100 kg por hectárea producen harinas con aptitudes insuficientes para la panificación, mientras que 140 kg por hectárea producen harinas mediocres y 180 kg por hectárea, harinas con buenas aptitudes de panificación.

Además, de acuerdo con la investigación, el hecho de repartir la dosis de fertilizante en tres aportes (en lugar de dos) no sólo permite atenuar las pérdidas de nitrógeno por filtración a las aguas subterráneas y por emisión de gas, sino que los efectos beneficiosos llegan hasta el punto de afirmar que una dosis menor, más repartida a lo largo del tiempo, es capaz de mejorar la calidad del grano. Por ejemplo, un tratamiento de 140 kg de nitrógeno por hectárea repartido en tres aportes consigue la misma calidad de harina que la aplicación de 180 kg por hectárea en dos fases.

Quintero (2007) la eficiencia con la que los cultivos utilizan el fertilizante aplicado es de suma importancia económica, dado que está relacionada directamente con el beneficio de la fertilización. La eficiencia puede ser

expresada como las unidades de producto generado aplicado, o como la proporción del nutriente adicionado que absorbe el cultivo.

La eficiencia fisiológica con la que las plantas utilizan el N, depende de las características de la especie y la disponibilidad de N. Si bien es un valor que fluctúa en un amplio rango, para el maíz se puede asumir una media de 40 kg de grano por kg de N absorbido en toda la planta, mientras que para el trigo la eficiencia fisiológica media está alrededor de 30 kg de grano/kg de N.

Los coeficientes de requerimientos de N que se utilizan en los modelos de balance son la inversa de esta eficiencia, lo que da para maíz unos 20 a 25 kg de N/t de grano y para trigo unos 30 a 35 kg N/t grano.

La eficiencia agronómica expresa los kg de grano producidos por kg de N aplicado como fertilizante. Este valor depende de la eficiencia fisiológica del híbrido o cultivar, de la proporción del N disponible que es absorbido por el cultivo y de las pérdidas que ocurran durante el ciclo. Por lo tanto la eficiencia agronómica varía entre un máximo igual a la eficiencia fisiológica y cero, a medida que la absorción de N se ve limitada por otro factor como la disponibilidad de agua o se incrementan las pérdidas.

En el caso de la fertilización de cereales con nitrógeno, la eficiencia de utilización del N ha sido estimada en el orden del 33 % a nivel mundial.

Esta estimación se realizó teniendo en cuenta la producción mundial de cereales, la concentración de N en los granos, el consumo de fertilizantes y suponiendo que el suelo y la atmósfera aportan un 50 % del N total removido.

En términos generales, se estima que entre el 50 y el 80 % de N aplicado es aprovechado por el cultivo, lo que implica que entre 20 y 50 % del N se puede perder del sistema, con un consecuente perjuicio económico y ambiental. Las pérdidas de N se producen por diferentes vías de distinta magnitud e importancia.

1.8 LABRANZA

Se puede definir como la intervención del suelo, para la obtención de condiciones deseables de cama de semilla para el desarrollo de un cultivo, sin producir deterioro del recurso suelo, a la vez garantice cosechas abundantes, dentro de los márgenes aceptables de rentabilidad económica.

Se reemplaza tradicionales herramientas de labranza como arados, rastras, cincheles y cultivadoras de diversos tipos por sembradoras capaces de cortar rastrojos y raíces y dejar la semilla adecuadamente ubicada para su germinación y crecimiento (**Crovetto, 1999**).

Los rendimientos de los cultivos pueden ser iguales al principio por el deterioro que se encuentra un suelo que durante largo tiempo ha sido

trabajado convencionalmente, pero en un lapso de dos a tres años el suelo puede mostrar recuperación en sus características físicas (grado de compactación, infiltración del agua, etc.) y químicas (contenidos de materia orgánica, salinización, etc.) en beneficio de los cultivos.

La labranza de conservación es todo sistema de manejo del suelo que deja al menos un 30 % del rastrojo del cultivo anterior sobre la superficie de siembra. Al mantener el residuo de cosecha, se crea una cobertura o mantillo, el cual retendrá la humedad y aislará el suelo de temperaturas extremas **(Smart y Brandford, 1996)**. En realidad nuestros antepasados usaban la labranza de conservación al realizar sus siembra con espeque (vara recta y pesada con uno de sus lados terminado en punta que servía para hacer un hoyo en el suelo y colocar la semilla); la maleza arrancaban a mano, control que ahora se puede hacer con herbicidas **(Gonzales, 1989)**.

FAO (1997) precisa que la labranza convencional, con tractores y arado, es una de las principales causas de la grave pérdida de suelo en muchos países en desarrollo. Con la difusión del uso del tractor, los campesinos comenzaron a creer que mientras más se labraba el suelo, mayores rendimientos se obtendrían. Explica José Benítez, del servicio de Gestión de la Tierra y Nutrición de las Plantas de la FAO. La verdad es que a mayor labranza, más erosión y degradación de los suelos, en especial en las zonas más cálidas, donde la capa superior es más fina. En efecto los suelos de las zonas tropicales no necesitan ararse. La forma más

conveniente de labranza es dejar en la superficie una capa protectora de hojas, tallo y varas de la cosecha anterior. Los sistemas de labranza cero proporcionan cosechas más nutridas, economizan combustible y disminuyen el desgaste de los tractores.

1.9 TIPOS DE LABRANZA

1.9.1 Labranza primaria

Daroch, et al (1988) define que es de las acciones más agresivas que se realizan en el suelo alcanzando profundidades que van desde los 15 cm en labores superficiales para establecer cultivos, hasta cerca de 1 metro cuando desea mejorar sus condiciones de permeabilidad rompiendo capas profundas compactadas.

En un sentido más amplio, la labranza primaria es aquella que rotura por primera vez un suelo antes de establecer un cultivo. Por tanto, la acción a realizar es una labor pesada que consume mucha potencia de tracción. Se realiza con arados de vertedera, disco, cincele y subsoladores.

a. Inversión o volteo

Es la inversión del prisma del suelo con el objetivo de enterrar la vegetación existente compuesta por el restrojo del cultivo anterior, las malezas y los fertilizantes. Los arados de vertedera y de discos son los más apropiados para esta acción.

b. Mullimiento

Consiste en reducir la cohesión con un aumento de la porosidad. Se forman terrones separados entre sí por efecto de una división mecánica causada por la fisuración, fricción, laminado, seccionamiento e impacto.

c. Fisuración

Es la fractura que se presenta delante de la herramienta a intervalos regulares. Contribuye a ello como un factor muy importante el contenido de humedad. En terrenos secos se forman fisuras grandes dando lugar a terrones grandes. A medida que la humedad aumenta, la cohesión molecular disminuye con ello la resistencia del suelo a la fractura, resultando del límite plástico la fisuración es mayor.

d. Fricción

La rotura por fricción se produce cuando los agregados del suelo se deslizan entre sí, o bien con los elementos de la herramienta y entre ellos existe una carga.

e. Laminado

Se produce cuando la herramienta se desplaza sobre el suelo como ocurre en la parte posterior de los arados de vertedera que comprimen el prisma volteando en la pasada anterior. Esta acción puede ser considerada intermedia entre compresión y fricción dando como resultado un suelo finamente dividido.

f. Seccionamiento

Es la fragmentación del perfil en toda la zona donde operan las herramientas del tipo de cuchillas. Los arados cincel y subsoladores se caracterizan por este efecto.

g. Impacto

Es la aplicación de una carga instantánea como el producido por las cuchillas de los arados rotativos accionados por un tractor.

1.9.2 Labranza secundaria

Navarro (2003) define el término de labranza secundaria a todas las operaciones que se realizan a profundidades de 0 a 15 cm en suelos previamente arados, dando al suelo las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo. Por tanto, estas pueden realizarse antes de la siembra para preparar la cama de la semilla y, aquellos que se efectúa después que el cultivo se ha desarrollado, especialmente para crear surcos para el riego y control de malezas.

Las labores de labranza secundaria antes de la siembra comprenden todas las operaciones que se realizan sobre el suelo a una profundidad de 0 a 15 cm sea para afirmarlo con rodillos o con rastra creando la cama de siembra, dando al suelo las mejores características para una buena germinación de la semilla. Es importante que en esta zona se obtenga un perfil bien asentado con buena granulación, para lograr un buen contacto suelo-semilla, condición indispensable para su germinación.

La forma como el suelo debe ser trabajado depende de los mismos factores analizados para la labranza primaria. Hay que destacar que son relevantes los requerimientos específicos del cultivo que se desea sembrar. Semillas pequeñas como las forrajeras, hortalizas y cereales que germinan mejor en suelos con tamaño pequeño de los agregados; otras semillas más grandes se desarrollan mejor en suelos con gránulos más grandes.

Para realizar las labores de preparar cama para la semilla hay disponibles una gran variedad de herramientas las que realizan diferentes acciones según sea su diseño; de la acción de estas, resulta que los objetivos de la labranza secundaria son:

- ❖ Mejorar las condiciones del suelo para obtener una buena cama de semilla.
- ❖ Conservar la humedad, evitando la evaporación.
- ❖ Cortar residuos para su incorporación.
- ❖ Romper terrones y afirmar la capa superior.
- ❖ Destruir malezas.
- ❖ Nivelar y compactar el suelo.
- ❖ Tapar siembra hechas al voleo.

1.10 LABRANZA DE CONSERVACIÓN

Novelo (2005) señala que es la siembra de producción que consiste en el uso y manejo de los residuos de la cosecha anterior de tal forma que cubra al menos el 30 % de la superficie del suelo (mantillo), con la menor

remoción posible de suelo. La labranza mínima que consiste en un menor número de pasos de maquinaria puede ser de conservación si se conserva una cantidad de residuos.

Asimismo la labranza cero que no contempla más que la labor de siembra en forma manual o mecanizada podrá ser de conservación si cuenta también con el suficiente mantillo en la superficie **(García de Cortazar, 2002)**.

El principio fundamental de la labranza de conservación es la cobertura o mantillo del suelo con los rastrojos de las cosechas de los cultivos anteriores, los cuales tienen un efecto en evitar la erosión, disminuir la presencia de malezas, preservar la fertilidad del suelo, siendo necesario para este sistema el uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de cero labranza, dispersadoras de rastrojo y el uso de herbicidas de bajo impacto ambiental.

El manejo de la labranza de Conservación implica un nuevo enfoque integral de la agricultura orientado a la competitividad y preservación de los recursos partiendo de un cambio de mentalidad para dejar el viejo paradigma del arado.

1.11 LABRANZA MECANIZADA

Acevedo y Martínez (2009) explican que la agricultura "cultivable" convencional está normalmente basada en la labranza del suelo como

operación principal. La herramienta más ampliamente conocida para esta acción es el arado que se ha vuelto un símbolo de agricultura. El cultivo de la tierra en el pasado, ha estado asociado a la creciente fertilidad proveniente de la mineralización de nutrientes de la tierra como consecuencia de su cultivo. Este proceso lleva a largo plazo a una reducción de materia orgánica del suelo. La materia orgánica no sólo provee los nutrientes, sino que es algo más, es un elemento crucial para la estabilización de la estructura del suelo.

Por consiguiente la mayoría de las tierras se degrada bajo la acción de la agricultura cultivable intensiva a largo plazo. Esta degradación estructural de las tierras dan como resultados la formación de cortezas y compactaciones conduciendo al final a la corrosión del suelo. El proceso es dramático bajo situaciones climáticas tropicales pero puede notarse en todo el mundo. La mecanización de la labranza de suelos, permite mayor actividad a profundidades y velocidades con el uso de ciertos instrumentos como cuchillas, arado de discos y los arados rotatorios que tienen efectos particularmente perjudiciales en la estructura del suelo.

Botan et al (2003) menciona que los agricultores de las zonas áridas y semiáridas han estado interesados en conservar y retener la máxima cantidad de agua para el uso de los cultivos. La experiencia les ha enseñado que la limitante más drástica en la producción de los cultivos en las zonas áridas es la sequía. La precipitación en las regiones áridas y semiáridas es errática, caracterizándose por la presencia de eventos de

lluvia de alta intensidad de corta duración, solo una parte se infiltra en el suelo y el resto se pierde por escurrimiento superficial, ocasionando erosión. La lluvia no se distribuye uniformemente en las etapas de desarrollo de los cultivos y generalmente es deficiente, en las etapas críticas del cultivo.

Rawson y Gómez (2001) indica que los sistemas de labranza mínima y de labranza cero son muy similares ya que la tierra no se labra o se labra muy poco antes de la siembra; se dice que se hace una siembra directa. Este enfoque se ha extendido en los últimos años, llegando por ejemplo en Brasil a más de ocho millones de hectáreas e induciendo a grandes cambios tecnológicos en el Asia.

Una gran ventaja de labranza mínima es que los cultivos pueden ser sembrados inmediatamente después de la cosecha, y por lo general al óptimo más cercano de la cosecha. Esto no es posible con La labranza convencional ya que este requiere más tiempo. Por lo tanto, este sistema es apropiado para lugares donde se rotan dos o tres cultivos en un mismo año.

Ortiz (1995) la labranza del suelo se ha definido como el arte de cultivar la tierra para el buen desarrollo de las plantas. Por lo tanto, comprende cada uno de las operaciones prácticas y necesarias con el objetivo de crear las condiciones para la buena germinación de las semillas y el óptimo desarrollo de las raíces.

Los tipos de labranza aplicados al suelo corresponden a la labranza primaria y secundaria; en donde la labranza primaria implica trabajar el suelo en toda su superficie con el propósito de crear una cama para el desarrollo de las raíces, o la profundidad necesaria para el cultivo a sembrar y a la cama de semillas con la consecuencia acorde con la profundidad de siembra, contenido de humedad y tamaño de las semillas.

La labranza secundaria corresponde al movimiento de tierra hasta profundidades relativamente pequeñas y se realiza después de la labranza primaria.

En el presente informe se entregaran una descripción básica sobre el arado de discos que corresponde una de las maquinarias empleadas en labranza primaria y a las rastras o gradas correspondientes a un implemento de labranza secundaria.

Brady y Weil (2002) menciona que la labranza es el conjunto de operaciones primarias y secundarias realizadas para preparar una cama de siembra, para un determinado cultivo.

Labranza primaria es la destinada a abrir por primera vez el suelo, se efectúa con los arados de rejas, de vertedera, arado de rastra (múltiple o rastrojero) o arado de cinceleles.

La labranza secundaria incluye las operaciones de refinamiento y nivelación en la preparación de la cama de siembra, se desarrolla con distintos tipos de gradas de discos, gradas de dientes, rolos desterronadores, barras escardadoras o cultivadores de cinceles y vibrocultivadores.

El suelo es un cuerpo natural complejo, sus propiedades son cambiantes y evoluciona como tal. Tiende a un equilibrio donde los cambios son casi imperceptibles en suelos vírgenes; puestos bajo cultivo, buscan un nuevo equilibrio con bruscos cambios y alteraciones de sus propiedades físicas, químicas y biológicas y las operaciones de labranza generan profundas modificaciones que alteran su equilibrio. Comportamiento de los implementos en la labranza primaria.

Los arados invierten los panes de tierra sobre los cuales trabajan en mayor o menor grado, dejando la superficie expuesta a los efectos deteriorantes de las altas temperaturas y lluvias. El arado de rejas y vertedera incorpora el cien por ciento de los rastrojos en superficie, el arado de discos un cincuenta por ciento y el arado rastra un treinta por ciento. Estos valores pueden modificarse según el tipo de rastrojo, velocidad de labranza, inclinación de los discos. Comportamiento de las distintas herramientas en la labranza secundaria.

Grada de discos. De uso frecuente debido a su fácil manejo y versatilidad. La grada es un apero que se emplea para nivelar el terreno,

romper los terrones, remover el suelo y destruir malezas, genera un alto grado de erosión en los suelos.

Grada de dientes. Empleada para mullir el terreno labrado inmediatamente antes de la siembra, de menor agresividad que la herramienta anterior, suele ser el complemento ideal del arado de rastra, su grado de agresividad aumenta al ser utilizada en tándem con la grada de discos.

Rolo desterronador. Se utiliza con el fin de completar la fractura de terrones, simultáneamente actúa como compactador cuando la cantidad de rastrojo ha sido grande y el tiempo de descomposición corto, mejorando las condiciones de uso para la sembradora y el contacto suelo-semilla. En los suelos de estructura débil la presión suele ser excesiva, provocando la degradación de la estructura. En los suelos limosos y arcillosos su acción provoca la formación de costras duras.

Vibrocultivador. Cumple la tarea de la grada de dientes. Su diferencia estructural radica en los brazos elásticos que lo conforman. Este implemento produce con su vibración golpes secos sobre los terrones partiéndolos por impacto y además descalza las malezas exponiéndolas al sol. Es un implemento que normalmente se usa a alta velocidad (9-12 Km/h)

Smith Y Wilkes (1979) indica que la labranza produce modificaciones generalmente desfavorables desde el punto de vista de la conservación de algunas propiedades de los suelos: Degradación integral del recurso suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas), incremento de erosión hídrica y eólica de las superficies agrícolas y paulatina pérdida de productividad de los suelos. Con la incorporación de la maquinaria adecuada se pretende afrontar el creciente costo y escasez de mano de obra con velocidad y eficiencia de trabajo en las labores de cultivo que mejoren la productividad, pero se debe contemplar una actitud conservacionista de los recursos naturales, trabajando por sistemas de producción y aprovechando la evolución de los sistemas de labranza, tendiendo a realizar las labores con criterios conservacionistas.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN

El presente trabajo experimental se condujo en el Centro Experimental de Pampa del Arco en la misma ciudad Universitaria, entre las paralelas 13° 19' de Latitud Sur. 74° 12' de Longitud Oeste, a una altitud de 2 750 msnm., en el Departamento de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Distrito de Ayacucho.

2.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El clima de Huamanga, en los meses de Mayo a Agosto presenta días con amanecer y anochecer fríos, que se muestran calurosos y quemantes en las horas de sol. Tosi (1960) considera que regiones como Ayacucho, con altitudes que varían de 2300 a 3500 m.s.n.m., presentan generalmente precipitaciones estacionales de intensidad media.

Según los datos meteorológicos que corresponden a la campaña agrícola 2009 que se obtuvieron de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco, propiedad de la UNSCH, se observan las temperaturas mínimas, medios y máximas mensuales del presente año, respectivamente, se visualiza que en los meses de octubre y noviembre hubo incremento de las temperaturas máximas.

La evapotranspiración es mayor que la precipitación, en la mayoría de los meses del año donde se llevó a cabo el trabajo experimental (enero a abril). Pampa del Arco, se encuentra en el corazón de la ciudad de Huamanga caracterizado como una Región Intermedia entre valle interandino y la Región sub andina; de precipitación anual ocurrida en el 2009 fue de 677.30 mm; siendo los meses de Mayo hasta Octubre los meses de escasa precipitación y correspondiendo a los de enero, febrero y marzo los más lluviosos. La temperatura promedio anual fue 17.05 °C, con una máxima de 25.26 °C y una mínima promedio anual de 8.83 °C.

Jara (1993) afirma que bajo ciertas condiciones dependiendo de la variedad, la intensidad y duración de la luz, puede afectar el normal desarrollo de la planta de trigo. En algunas variedades sensibles al fotoperiodo, el cambio de estado vegetativo al reproductivo depende de la luz. Sin embargo, sus efectos pueden ser modificados por diferencias de temperaturas. Los días cortos incrementan el crecimiento vegetativo y los días largos aceleran la formación de la inflorescencia. El trigo de primavera florece en cualquier longitud del día, desde menos de 8 horas

de luz continua bajo temperatura favorables. Estos trigos completan rápidamente su ciclo de vida con temperaturas de 18 °C a 21°C. La temperatura y precipitación fueron los adecuado para el trigo variedad Nazareno que se comportó como un genotipo precoz. La localidad de Pampa del Arco, es un lugar semiárido caracterizado por la agricultura bajo el sistema exclusivo de lluvias.

Cuadro 2.1. Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2009, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco- Ayacucho.

AÑO	2009													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	24.10	24.20	23.60	24.00	25.00	25.20	24.00	26.50	27.00	27.50	26.80	25.20		25.26
T° Mínima (°C)	11.60	11.00	11.60	9.50	6.30	4.00	5.40	5.70	9.10	9.60	10.90	11.30		8.83
T° Media (°C)	17.85	17.60	17.60	16.75	15.65	14.60	14.70	16.10	18.05	18.55	18.85	18.25		17.05
Factor	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	88.54	81.66	87.30	80.40	77.62	70.08	72.91	79.86	86.64	92.01	90.48	90.52	998.02	0.6786
Precipitación (mm)	134.40	126.20	60.10	46.40	12.00	0.00	7.60	1.80	8.10	39.90	87.80	153.00	677.30	
ETP Ajust. (mm)	60.08	55.42	59.24	54.56	52.68	47.56	49.48	54.19	58.80	62.44	61.40	61.43		
H del suelo (mm)	74.32	70.78	0.86	-8.16	-40.68	-47.56	-41.88	-52.39	-50.70	-22.54	26.40	91.57		
Déficit (mm)				-8.16	-40.68	-47.56	-41.88	-52.39	-50.70	-22.54				
Exceso (mm)	74.32	70.78	0.86								26.40	91.57		

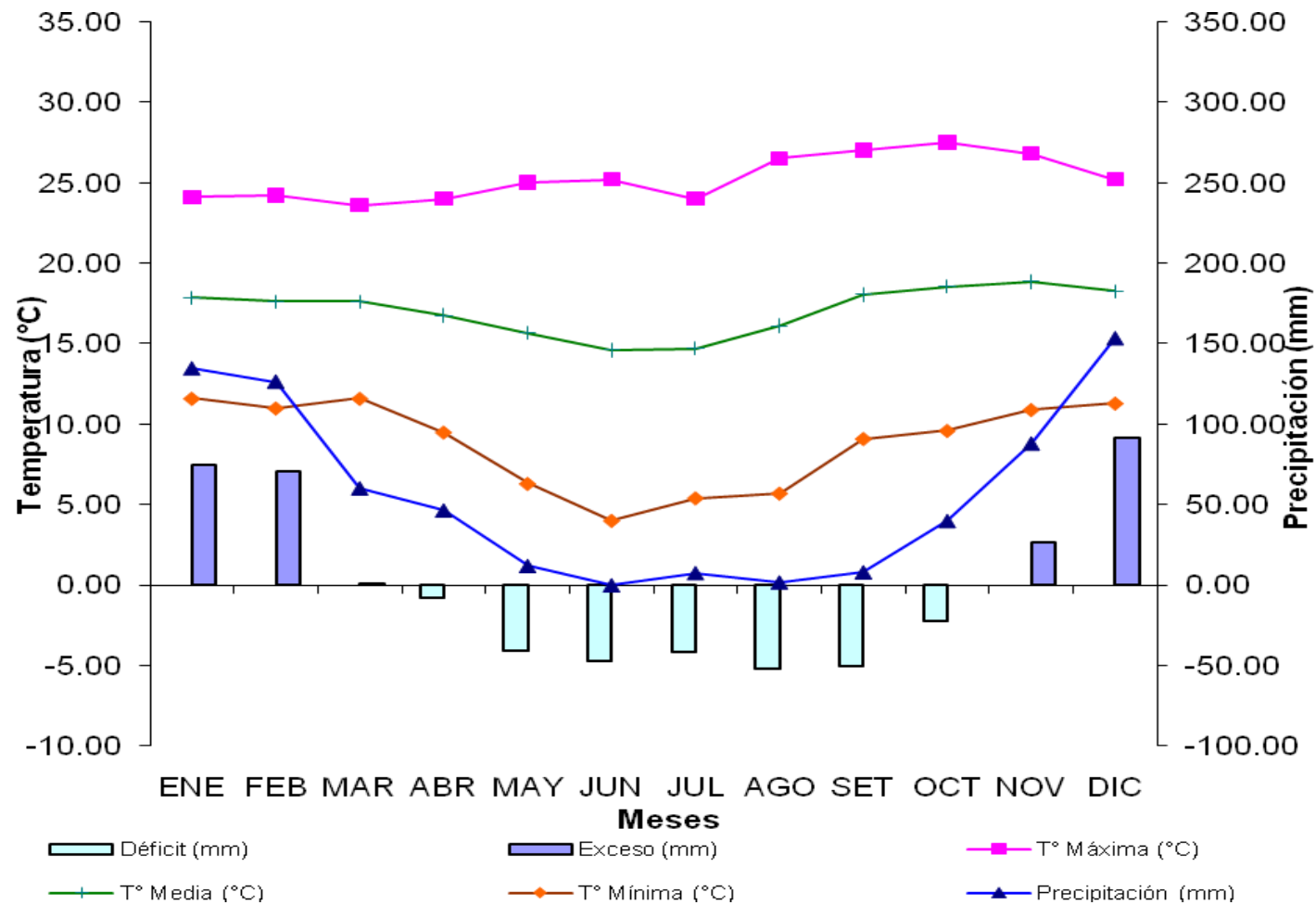


Figura 2.1. Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance Hídrico

2.3 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO

El suelo en la campaña anterior del experimento fue sembrado con trigo bajo temporada de lluvias con niveles de NPK (80-60-60) para una producción comercial. El muestreo del suelo se realizó de acuerdo al método convencional, teniendo en cuenta la capa arable de 20 a 30 cm. tomándose varias muestras al final se mezcla, de esta se obtiene una porción homogénea de 1 kg, el cual fue llevado al laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestran en el cuadro 2.2:

Cuadro 2.2. Características físicas y químicas del suelo donde se instaló el experimento. Pampa del Arco – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho, 2008.

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpolación Según Ibáñez y Aguirre
pH		7.04	Potenciometria	Básico
M.O	(%)	0.83	Walkley Black	Bajo
N-Total	(%)	0.04	Kjeldahl	Bajo
P-Disp	(ppm)	17.25	Bray-kurtz I	Medio
K-Disp	(ppm)	164.4	Turbidimetria	Alto
Arena	(%)	43.6	Hidrometro	
Limo	(%)	20.9		
Arcilla	(%)	35.5		
Clase Textual		Franco – Arcilloso		

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 7.04, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de trigo; según el INIA y el Proyecto TTA (1992), el pH oscila de 5.5 a 7.5. Aunque tolera bien valores de pH desde 5.0 hasta 8.0 (**Jara 1993**).

Ibañez (1983) menciona que de acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia orgánica en suelos minerales, es pobre. Así mismo el contenido de nitrógeno total es pobre. El contenido de fósforo disponible es medio. El potasio es considerado como alto.

La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso. La textura medio arcilloso es óptima para el cultivo de trigo, pues un terreno muy arcilloso es perjudicial, debido a que retiene demasiada humedad, así mismo los terrenos demasiados arenosos pueden provocar una escasez hídrica. (**Parodi y Romero 1991**)

2.4 ORGANIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Las unidades experimentales recibieron un abonamiento de fondo según la extracción del cultivo del trigo (4000 kg grano): 120 N - 100 P₂O₅ – 80 K₂O.

2.4.1 Tratamientos

Los tratamientos se describen del siguiente modo:

Tratamientos	Labranza primaria (Preparación suelo)	Labranza secundaria (Siembra)
T1	Arado disco	Polirrastra
T2	Polirrastra	Polirrastra
T3	Polirrastra (siembra)	

2.4.2 Aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo

- El primer abonamiento a la siembra la fuente fosforada y potásica y un tercio del abonamiento nitrogenado.
- El segundo abonamiento un tercio del abonamiento nitrogenado en pleno macollamiento del cultivo.
- El tercer abonamiento un tercio del abonamiento nitrogenado en pleno elongación de tallos del cultivo.

2.4.3 Variedad de trigo a utilizar

Se utilizó la variedad INIA 418 - EL NAZARENO, este genotipo se originó de la línea KEA/TOW/LIRA con Pedigree: CM90450-1Y-0M-0Y-3M-0Y del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), sus progenitores fueron:

Progenitor masculino : KEA/TOW

Progenitor femenino : LIRA

Ficha técnica

1 Adaptación

Para condiciones de sierra del Perú entre los 2800 y 3500 de altitud.

2 Descripción del cultivo

Macollamiento	: Regular
Color del grano	: Amarillo ámbar
N° de granos/espiga	: 48
Peso hectolitrito	: 78 kg/hl
Peso de mil semillas	: 41.90 g
Altura de planta	: 85 cm
Días ha espigado	: 77
Días a la madurez	: 160
Rendimiento	: 4.0 t/ha

3 Reacción a enfermedades

Roya amarilla o lineal	: Moderadamente resistente
Roya del tallo	: Resistente
Roya de la hoja	: Resistente
Roya de la espiga	: Tolerante

4 Características físico –químicas del grano

Humedad (%)	: 3.91
Materia seca	: 96.09
Proteína (N x 6.25)	: 14.32

Fibra (%)	: 1.27
Cenizas (%)	: 1.46
Grasa (%)	: 13.6
Carbohidratos (%)	: 67.27
Energía (Kcal/100 g)	: 443.97

5 Manejo del cultivo

Densidad de siembra	: 120 – 140 kg/ha
Control de malezas	: Limpio el macollaje
Abonamiento	: 120-100-80 de NPK

2.4.4. Características del campo experimental

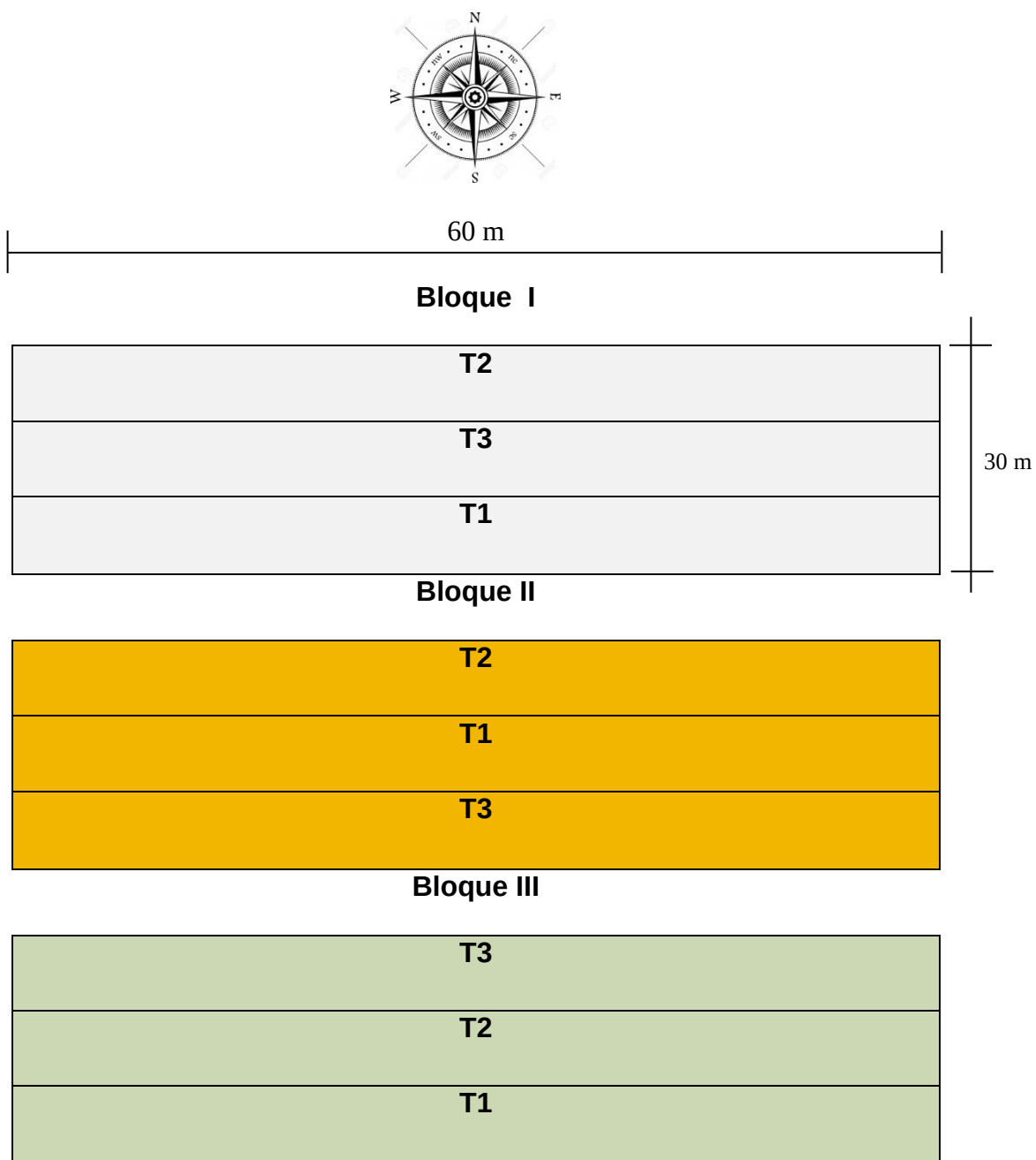
Bloques

Número de bloques	= 3
Largo de bloques	= 60.0 m
Ancho de bloques	= 30.0 m

Parcela o unidad experimental

Número de parcelas por bloque	= 03
Número total de parcelas	= 09
Largo de parcelas	= 60.0 m
Ancho de parcela	= 10.0 m
Área de parcela	= 600.0 m ²

Croquis del campo experimental



2.5 IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS UTILIZADOS

2.5.1 Tractor agrícola

La maquinaria empleada es tractor Fiat del Programa de Pastos, de la Facultad de Ciencias Agrarias y tiene las siguientes características:

- Marca : Fiat
- Modelo : 115 - 90
- Versión : 1984
- Peso aproximado : 11664 a 12656 pounds
- Potencia del tractor : 115 HP
- Longitud : 415 cm
- Ascensor enganche trasero : 5300 kg

2.5.2 Arado

El implemento agrícola empleada es el arado reversible de 04 discos del Programa de Pastos, de la Facultad de Ciencias Agrarias y tiene las siguientes características:

- Marca : Fianza
- Modelo : Arf
- Versión : Reversión hidráulica
- Número de discos : 04
- Diámetro de los discos : 28" x 6.00 mm
- Ancho aprox. De trabajo : 762 mm
- Profundidad de trabajo : 356 mm (obtenida a través del ajuste en la rueda trasera y controlada por la palanca del eje de levante del tractor)
- Peso aproximado : 550 kg
- Potencia del tractor : 75 HP como mínimo

2.5.3 Polirrastra

El implemento agrícola empleada es la polirrastra semipesado de tiro compuesto por 28 discos del Programa de Pastos, de la Facultad de Ciencias Agrarias y tiene las siguientes características:

- Marca : Fianza
- Modelo : Rtf
- Número de discos : 28
- Diámetro de los discos : 28"
- Diámetro de los ejes : 1 1/4"
- Ancho aprox. De trabajo : 3030 mm
- Espaciamiento de los discos : 175
- Profundidad de trabajo : 50 – 150 mm
- Peso aproximado : 683 kg
- Potencia del tractor : 75 HP como mínimo

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se condujo en el Diseño Bloque Completo Randomizado (D.B.C.R) con tres bloques y 3 tratamientos, en los parámetros de precocidad se utilizó medidas descriptivas como el rango para definir el tiempo de un determinado estado fenológico y en los parámetros de rendimiento se apoyaron en los análisis de variancia del modelo utilizado con un estudio de submuestra por cada parcela. Además se aplicó la técnica de la regresión para relacionar las variables con el rendimiento de grano.

2.7. MODELO ADITIVO LINEAL

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación cualesquiera

μ = promedio

T_i = efecto de tratamientos

β_j = Efecto de bloques

ε_{ij} = error experimental

2.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a) Preparación del terreno (según los tratamientos)

Se realizó el 08 de enero del 2009. La preparación de suelo para el tratamiento T1 fue con arado de cuatro discos, después de tres días se utilizó la polirrastra con el objetivo de mullir el terreno y el tapado de la semilla. Para el tratamiento T2, en el mismo día mencionado se utilizó la polirrastra, que después de tres días con este mismo implemento se realizó el mullido del terreno y tapado de la semilla. Finalmente el tratamiento T3, se utilizó solamente la polirrastra para el mullido del terreno y para el tapado de la semilla.

b) Estacado y demarcación del terreno

Se realizó el 09 de enero del 2009. Para el marcado se empleó wincha de 50 m., y estacas de madera de 0.40 m de largo y un diámetro de 0.10 m, aproximadamente; y la demarcación con yeso delimitando calles, bloques y parcelas.

c) Fertilización

Se utilizó como fuente de fósforo el fosfato diamónico (46% P_2O_5 y 18% de N), y como fuente de potasio el cloruro de potasio (60% K_2O) para cubrir la fórmula de abonamiento de 120-100-80 kg de N-P-K, determinado en base al análisis de suelo y extracción de nutrientes de la especie. El total de la fertilización PK a la siembra una tercera parte del nitrógeno.

d) Fertilización N

Se empleó como fuente el fosfato di amónico completándose el faltante con la fuente de nitrógeno la Urea (45% N). La fertilización se realizó en tres fechas (régimenes): 40 de N a la siembra, 40 de N al pleno macollaje y la tercera aplicación de 40 de N a la elongación del tallo (2do nudo). En todos los tratamientos evaluados la aplicación fue al voleo. Esta metodología se utilizó debido a la fuerte evapotranspiración de la zona semiárida de Pampa del Arco.

e) Siembra

La siembra se efectuó bajo el sistema de voleo (120 kg de semilla/ha), el tapado de semilla se hizo con maquinaria utilizando la polirrastra. Se realizó el 12 de enero del 2009. La siembra se procedió según los tratamientos en evaluación

f) Conducción del experimento

Pampa del Arco está situada en una zona semiárida representativa de la región de Ayacucho, la conducción del experimento fue bajo condiciones de lluvia

g) Deshierbo

Para evitar la competencia de malezas con el cultivo, se realizó un deshierbo con herbicida Aminacrys (CS 720) aplicado durante la fase del pleno macollaje.

h) Control fitosanitario

Durante el período vegetativo del cultivo no se presentó plagas, ni enfermedades de importancia, razón por la cual no se realizó ninguna aplicación de insecticidas y fungicidas.

i) Cosecha

Se realizó a la madurez de cosecha que alcanzó el cultivo, cuando el tallo adquiría una consistencia rígida, tornándose a un color amarillo brillante y cuando los granos eran resistentes a la presión de la uña. Se mantuvo la identidad de cada unidad experimental para evitar confusiones y mezclas. Esta labor se efectuó a los 126 días después de la siembra (17 de mayo del 2009). La cosecha se efectuó con trilladora combinada. La maquinaria realizó la trilla y limpieza. Los granos obtenidos de cada parcela fueron encostalados y marcados para luego determinar el rendimiento y otras características a evaluar. Anticipadamente se tomaron

muestras de plantas de cada tratamiento del surco central para poder evaluar todos los componentes de rendimiento mencionados en los parámetros de evaluación del cultivo.

2.9 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

2.9.1 Precocidad

Esta variable se evaluó en número de días después de la siembra y cuando el 50% de las plantas estaba en la fase fonológica indicada o en la que se quiera evaluar en la mayoría de los casos.

- **Emergencia.-** Se evaluaron cuando existió más del 50% de emergencia en el campo, este reconocimiento se realizó en forma visual.
- **Pleno macollamiento.-** Se realizó cuando las plantas tuvieron más del 50% de tallos ahijados en forma completa.
- **Elongación del tallo.-** Cuando el 50% de los macollos presentaron tallos con el primer nudo aproximadamente a 2 cm sobre el suelo.
- **Madurez fisiológica.-** Cuando el 50% de los granos mostraron el estado pastoso y la planta se tornó de un color verde amarillento.
- **Madurez de cosecha.-** Cuando los granos tuvieron aproximadamente de 16 a 18% de humedad, las plantas se volvieron de un color pajizo.

2.9.2 Rendimiento

Estas variables son producto de medidas y contadas de las variables relacionadas con el rendimiento de grano

- **Número de espiga por m².**- Se evaluó en plantas competitivas en diez muestras de 1 m². Este procedimiento se efectuó a la madurez fisiológica del grano.
- **Longitud de espiga.**- Se evaluó al momento de la cosecha en plantas de la parte central de la parcela en un número de 100 espigas por unidad experimental por cada tratamiento.
- **Número de granos por espiga.**- Se evaluó contando los granos de las 100 espigas seleccionadas en el paso anterior.
- **Peso de granos por espiga.**- Al momento de la cosecha de las espigas seleccionadas sus granos fueron pesados en una balanza de precisión
- **Longitud de tallo.**- Se evaluó en el estado de madurez fisiológica, se midió desde el cuello del tallo hasta la inserción de la espiga. Este procedimiento se efectuó en una muestra de 10 plantas por cada repetición.
- **Peso de 1000 semillas.**- Se evaluó después de la cosecha del total de lote de cada parcela, aislado en diez porciones por el separador de muestras de granos
- **Rendimiento.**- Se evaluó al final de la cosecha de toda la unidad experimental ejecutado por la trilladora combinada.
- **Peso Hectolitrito.**- Del total del lote cosechado se evaluó mediante el separador de muestra de un lote de 100 kg con un total de 10 submuestras por parcela con una balanza hectolitrito.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD

Cuadro 3.1 Precocidad en número de días después de siembra (ndds) en los diferentes métodos de labranza. Pampa del Arco 2750 msnm 2009.

Tratamiento	Emer-gencia	Pleno Macollaje	Elongación de tallos	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
Arado/polirrastra (T1)	7 - 9	28 - 35	53 - 58	95 -115	126
Polirrastra/polirrastra (T2)	8 -10	28 - 40	53 - 60	95 -120	126
Polirrastra (T3)	8 -10	28 - 40	53 - 60	95 -120	126

Los métodos de labranza no han repercutido en forma significativa en la precocidad, tal como se observa en el Cuadro 3.1, pero en el tratamiento con labranza primaria y donde se utilizó dos veces la polirrastra la

precocidad tuvo mayor variación en el número de días después de la siembra (nnds) en las fases fenológicas evaluadas.

La precocidad se ha evaluado de acuerdo a los eventos fenológicos del trigo ocurridos durante el crecimiento y desarrollo. Las mediciones se han efectuado en número de días después de la siembra (nnds). La medición corresponde a un valor dentro de un rango, esto debido a que un evento fonológico no ocurre en una fecha determinada, además estas variables se da en forma escalonada.

En el Cuadro 3.1 se observa que la emergencia se inicia a los 07 días en el tratamiento con labranza normal a diferencia con la labranza mínima que se inicia a los 8 días. Esta diferencia en la germinación es debido a que con el primer método las buenas condiciones de preparación del suelo que debe unirse a la aeración y la humedad del suelo, se estima que la germinación es óptima cuando el estado de saturación del suelo en agua está comprendido entre un 60 y 80% de su capacidad de campo (Guerrero, 1987)

Según **Guerrero (1987)** el macollamiento es un carácter varietal, pero aparte de la variedad el ahijamiento depende de la importancia del abonado nitrogenado, de la fecha de siembra y de la temperatura, que condiciona la duración del periodo de ahijamiento.

El macollamiento depende en primer lugar de la variedad, sin embargo, cuando se siembra a mayor distancia, se obtiene más macollamiento. Los días cortos durante la germinación también favorecen este proceso (Parsons, 1989).

En lo referente al número de días a la madurez fisiológica esta ocurre entre los 95 a 115 días después de la siembra La variedad Nazareno se caracteriza por ser un genotipo precoz. En este momento el cultivo ha alcanzado su máximo rendimiento posible. Por lo tanto la cosecha podrá ser realizada sin pérdida del rendimiento logrado a partir de la madurez fisiológica. Sin embargo, el momento de la cosecha deberá demorarse debido a que en madurez fisiológica el contenido de humedad de los granos es muy alto (30 a 35 % H) lo que implica dificultades para realizar la cosecha (http://www.agro.uba.ar/agro/ced/trigo/clases/clase_06_2.htm).

En lo que respecta al número de días a la madurez de cosecha que es el patrón absoluto de precocidad nos muestra que esta se ha realizado en un mismo día (123 días), mostrándose la variedad Nazareno como un genotipo precoz (**Contreras, 2004**).

En el experimento conducido la cosecha se realizó a los 126 días, pero este periodo se ha podido reducir debido a que para la cosecha se ha tenido que esperar la contrata de una cosechadora combinada.

3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO

Cuadro 3.2 Cuadrados medios de las variables de rendimiento de grano de trigo variedad Nazareno. Pampa del Arco 2750 msnm 2009.

F. Variación	GL	Cuadrados Medios			
		Espiga/m ²	Long. tallo	Peso 1000 Semillas	Peso hectolitrito
Bloque	2	246.07 ns	3.63 ns	0.0003 ns	0.040 ns
Tratamiento	2	97411.94 **	926.80 **	33.63 **	7.114 **
Error(Unid)	4	209.11	2.53	0.00016	0.026
Error (sub Unid)	81	1885.69	12.25	0.127	0.194
Total	89				
C.V. (%)		11.4	1.9	0.03	0.2

El Cuadro 3.2, muestra los Cuadrados Medios de las variables de rendimiento, en esta se observa la alta significación estadística entre los tratamientos en todas las variables como: número de espigas / m², Longitud de tallo, peso e 100 semillas y el peso hectolitrito. Estos resultados nos indica la respuesta al tipo de labranza proporcionada en la zona semiárida de Pampa del Arco, permitiéndonos además determinar el mejor tipo de labranza en vista que estas están relacionadas en forma directa al rendimiento.

a. Espigas/m²

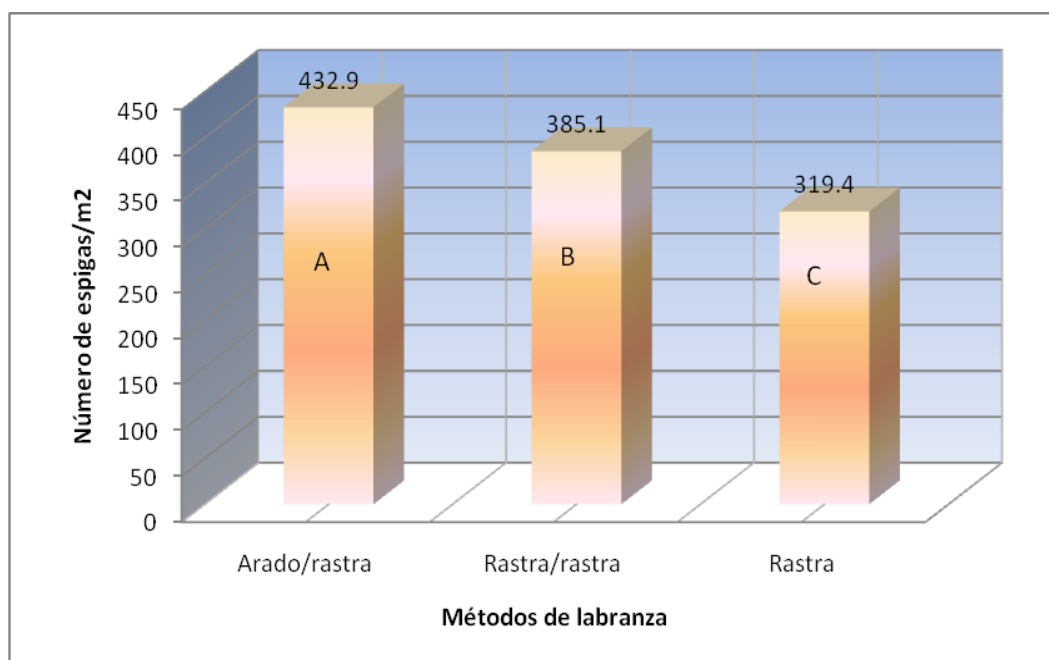


Gráfico 3.1 Prueba de Tukey del número de espigas /m² por efecto de los tratamientos aplicados. Pampa del Arco 2750 msnm 2009

El número de espigas/m² es una variable muy relacionada al rendimiento. Se nota en el gráfico 3.1 con alta significación estadística la superioridad del número de espigas/m² por el efecto de la labranza secundaria consistente en la preparación del suelo con una pasada de arado y luego una pasada de polirrastra para el tapado de la semilla.

Rodríguez y Di Ciocco (1996) con variedades locales comparado con abonamiento químico y abonamiento biológico (*Azospirillum*) en las pampas argentinas en regiones semiaridas, obtiene respuesta significativa al abonamiento nitrogenado obteniendo un promedios de 410 espigas/m² y de tan solo 250 espigas/m² para el abonamiento biológico.

Nuestros resultados obtenidos en Pampa del Arco en el presente experimento son superiores, esto demuestra que las variedades utilizadas muestran mayor potencialidad genética para este parámetro.

Cuando las condiciones permiten una respuesta a la fertilización nitrogenada, la aplicación en dosis fraccionadas garantiza la disponibilidad del nutriente en etapas importantes del cereal como el encañado y el espigado y, por lo tanto, en su efecto sobre los componentes del rendimiento, como es el número de espigas/ m² y peso del grano **(Pérez, 1981)**.

Miravales et al. (2012) reporta el estudio de los efectos los efectos de tres sistemas de labranza [convencional (LC), vertical (LV) y siembra directa (SD)] para tres variedades de trigo pan de diferente longitud de ciclo, sobre el rendimiento y las variables que lo componen, y su influencia sobre la calidad del grano, expresada a través del peso de mil granos (PMG, g), el peso hectolítrico (PH, kg/hl), el contenido proteico de los granos (Prot, %) y el número de espigas/m². Los rendimientos más altos se dieron bajo LC y SD, en tanto que el más bajo se observó en LV, sistema en el que se determinó una menor acumulación de materia seca y un tercio menos de espigas por unidad de superficie. En lo que hace a la calidad mayor. Entre las variedades, el comportamiento más estable en términos de rendimiento de grano correspondió al material de ciclo más corto. La mayor respuesta a los tratamientos de labranza la exhibió la variedad de más alto potencial de rinde y ciclo intermedio, que bajo LC

pudo haberse visto favorecida por una mayor disponibilidad de nitratos en el suelo. En el caso de estas dos variedades, sin embargo, se hizo evidente que para alcanzar en simultáneo altos rendimientos y niveles de proteína satisfactorios, en SD hubiera sido necesario corregir los niveles de N en el suelo. Los mayores beneficios de una conservación más eficiente del recurso agua los obtuvo la variedad de siembra más larga. Bajo SD y LC, esta variedad logró alcanzar rendimientos relativamente altos, conjuntamente con el nivel aceptable de calidad. El sistema de labranza, la variedad y la interacción labranza x variedad tuvieron un impacto significativo sobre el rendimiento de trigo y las variables que lo componen: espigas/m², granos/espiga y peso de los granos. Los resultados obtenidos en el trabajo experimental conducido en la región semiárida de Pampa del Arco tiene cierta coincidencia en el número de espigas/m² el rendimiento de grano; este resultado aun cuando se ha sembrado diferentes variedades. La labranza convencional de arado y polirrastra tiene ventajas sobre la siembra directa sembrado y tapado con una polirrastra.

b. Longitud de tallo

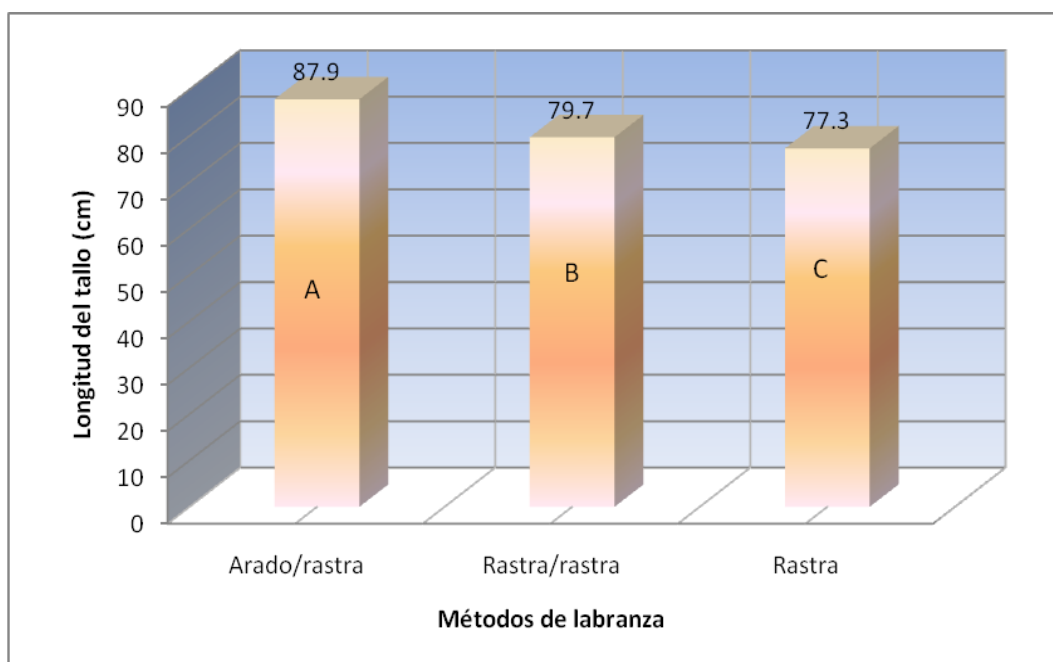


Gráfico 3.2 Prueba de Tukey de la Longitud de tallo por efecto de los tratamientos aplicados. Pampa del Arco 2750 msnm 2009

El gráfico 3.2 indica la respuesta a los métodos de labranza evaluados en el presente experimento, donde la mayor longitud de tallo del trigo se observa en el tratamiento de la parcela con una pasada de arado y una de rastra. Este resultado nos indica que existe una mejor condición en la parcela mencionada para la formación de biomasa.

Martínez (2011) en su trabajo: rendimiento de seis variedades de trigo harinero Chiara 2850 msnm, indica que en las seis variedades probadas Wari INIA tiene mayor altura de planta con 111.75 cm seguida de la variedad centenario y San Isidro con valores de 104.47 y 98.72 cm, estos valores confirman que las variedades modernas que muestran altos rendimientos son de porte bajo. Mientras las variedades LH-196,

Nazareno y San-Francisco alcanzan una altura de 93.2, 92.22 y 87.02 cm; en todos los casos se aplicaron niveles de 140-110-100 de NPK. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son similares con las variedades, Nazareno conducido en zona semiárida de Pampa del Arco. Esto demuestra la estabilidad en la altura de planta (longitud de tallo).

c. Peso de 1000 semillas

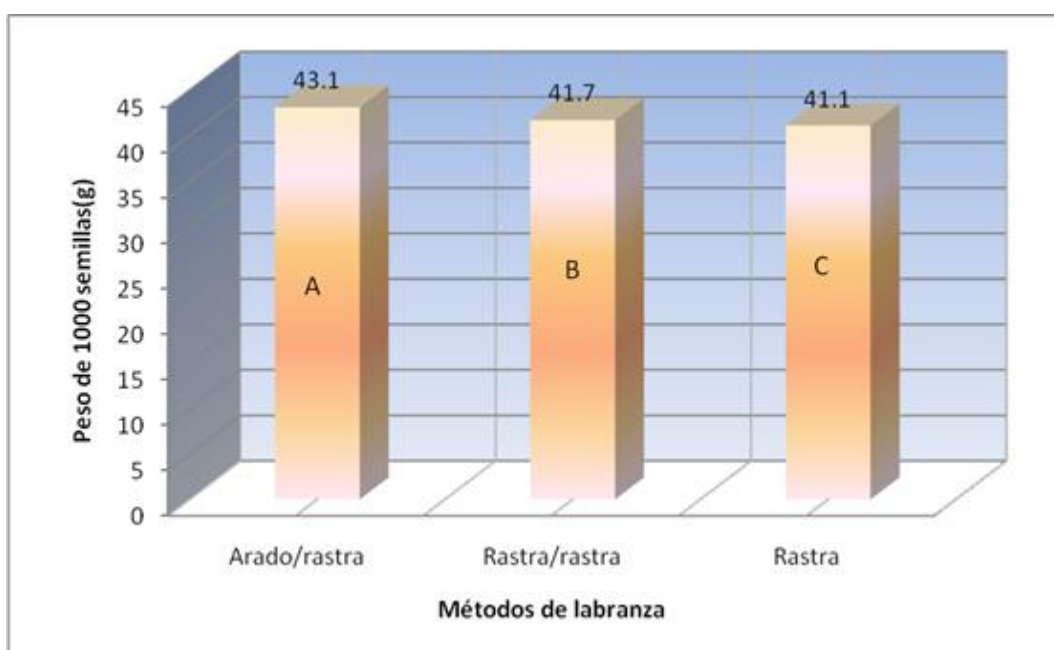


Gráfico 3.3 Prueba de Tukey del peso de 1000 semillas por efecto de los tratamientos aplicados. Pampa del Arco 2750 msnm 2009

La buena preparación del suelo va a otorgar buenas condiciones de desarrollo de la planta y esta redundará en la producción y calidad del grano. El gráfico 3.3 muestra una mejor calidad del grano para el tratamiento, preparación del suelo con arado y con polirrastra, esta con diferencia estadística frente a los demás tratamientos.

La preparación del suelo es un factor de gran importancia en el peso de 1000 semillas en el trigo, esto si se trata en suelos semiaridos donde la escasa precipitación afecta directamente en la calidad del grano. El peso de 1000 semillas es la variable directamente relacionado con el rendimiento.

INIA (2007) en la ficha técnica reporta el peso de 1000 semillas de 43.0 g. En el trabajo conducido se obtuvo casi el mismo valor promedio de peso de 1000 semillas en el tratamiento con buena preparación del suelo consistente en: Pasada de arado y luego el tapado de la semilla con la polirrastra.

Gómez (2009) menciona que la necesidad de agua en el caso de conducción bajo regimen de lluvia es de 450 a 500 mm para una buen rendimiento de grano y peso de 1000 semillas y una temperatura optima entre 18 °C a 25 °C. Las condiciones de precipitación y de temperatura han dado en la conducción del experimento.

d. Peso hectolitrico

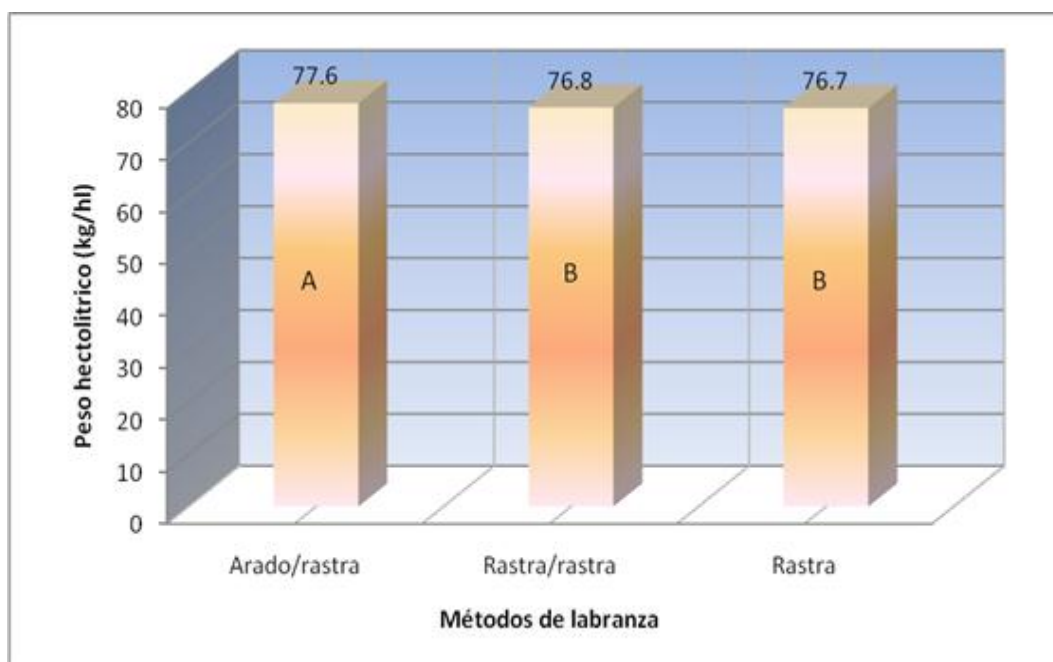


Gráfico 3.4 Prueba de Tukey del peso de hectolitrico por efecto de los tratamientos aplicados. Pampa del Arco 2750 msnm 2009

En el gráfico 3.4 resulta evidente que a una mayor preparación del suelo va a tener una respuesta en la mejor calidad del grano, otorgándole un buen peso hectolitrico con diferencia estadística frente a los dos tratamientos con menor movimiento de suelo.

Salazar (2000) afirma que esta característica también llamada prueba de peso por unidad de volumen, es considerada de importancia entre los molineros por estar en relación directa con el rendimiento harinero; no guardando relación alguna con la calidad panadera como comúnmente se cree. Este peso es influenciado por diversos factores, tales como: humedad del grano, volumen, forma, presencia de cuerpos extraños, características especiales, del grano, la técnica y habilidad del operador

etc. En el campo este factor depende de la densidad de siembra, humedad del terreno y el abonamiento nitrogenado. Los trigos se clasifican según la siguiente escala:

Muy bueno : más de 81 kg./100 litros

Bueno : de 77 a 80 kg./100 litros

Regular : de 76 a 78 kg./100 litros

Malo : menos de 76 kg./100 litros

El trigo obtenido en la zona semiárida de Pampa del Arco reúne las condiciones para ser considerado como un trigo bueno en el peso hectolitrico.

e. Rendimiento

Cuadro 3.3 Análisis de variancia del rendimiento de grano de trigo variedad Nazareno. Pampa del Arco 2750 msnm 2009

F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	88827.5	44413.7	2.37	0.21 ns
Tratamientos	2	3034637.5	1517318.7	81.11	0.0006 **
Error	4	74828.4	18707.1		
Total	8	3198293.5			

C.V. = 4.6 %

El rendimiento es la variable de mayor importancia en todo proceso productivo de un cultivo, en el cuadro 3.3 observamos alta significación en los diferentes tratamientos, esto indica diferencia entre los tipos de labranza. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento.

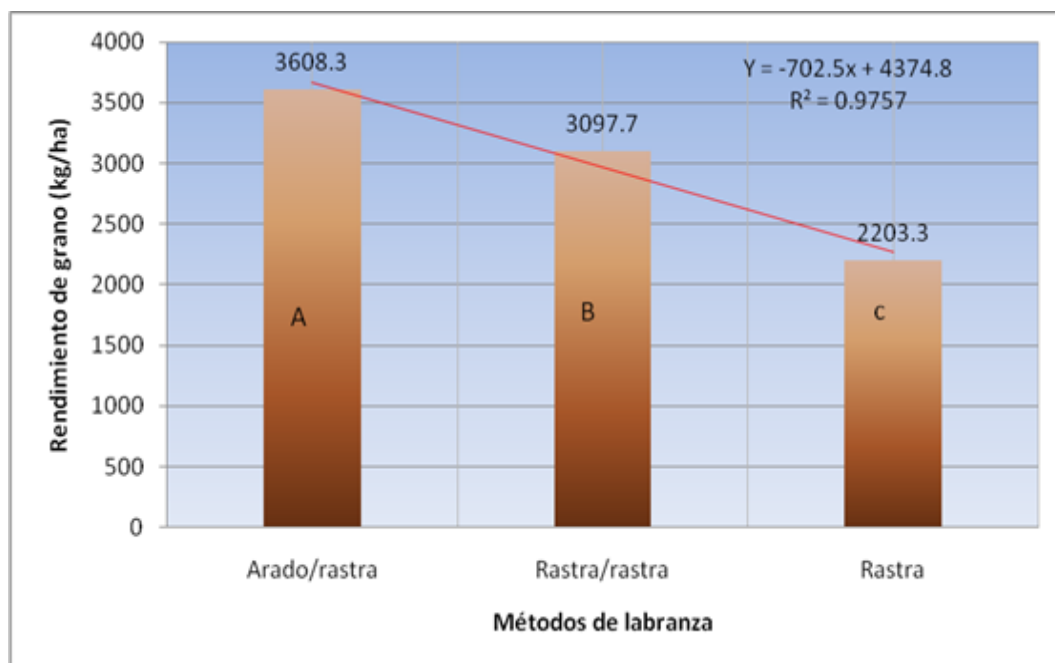


Gráfico 3.5 Tendencia del rendimiento de grano del trigo en función de los métodos de labranza. Pampa del Arco 2750 msnm 2009

El gráfico 3.5 muestra claramente que cuando existe un mayor número de labranzas, se observa un incremento en el rendimiento; esta tendencia se da solamente para las condiciones observadas en el experimento. El menor rendimiento de grano se da con la preparación del suelo con una sola pasada de polirrastra, el rendimiento medio se consigue cuando la preparación es con dos pasadas de la polirrastra y el mayor rendimiento se obtiene con el tratamiento de una pasada de arado y polirrastra.

La profundidad del suelo de la zona semiárida de Pampa del Arco, está limitada principalmente por un horizonte de carbonato de calcio consolidado, la profundidad de suelo agrícola se encuentra en un rango de 30 a 50 cm. Resulta difícil entonces establecer en valores promedio la profundidad de una parcela.

Krüger y Venanzi (2008) menciona del “agua útil” o “disponible” porque los suelos al secarse la retienen cada vez con mayor fuerza, de modo que cuando las plantas se marchitan todavía existe un cierto volumen de agua en el perfil (punto de marchitez permanente). El “agua útil” es, entonces, la totalidad de agua presente en el suelo, menos el valor del punto de marchitez permanente que se determina en laboratorio. Los cultivos tienen diferente capacidad para transformar el agua absorbida en grano, a esto se le llama “eficiencia de uso del agua” (EUA), y se mide en kilos de grano producido por cada mm de agua consumida. En el caso del trigo, los valores de EUA oscilan entre 7 y 11. Asumiendo una EUA promedio de 9 kg/mm, para un rendimiento de 2000 kg de grano por hectárea se requieren, entonces, unos 220 mm de agua. Los suelos de nuestro ejemplo, determinan dos casos comunes en la región y con diferentes efectos en cuanto a la producción de trigo. El suelo de textura gruesa no tiene grandes posibilidades de retener agua (63 mm). Aplicando la EUA, esto nos “asegura” un rendimiento de 567 kg/ha si no se produjeran lluvias durante el ciclo, y el suelo tuviera su capacidad de almacenaje completa al emerger el cultivo. En el suelo de textura fina, (112 mm), nos “aseguramos” 1000 kg/ha de rendimiento sin lluvias durante el ciclo.

Los factores que inciden sobre el almacenaje de agua en el suelo y sobre el rendimiento del trigo, son numerosos y muy variables. Por este motivo los datos precedentes son teóricos y de carácter ilustrativo, pero evidencian que en la región, dependemos de la precipitación durante el ciclo para alcanzar rendimientos aceptables. De todo lo enunciado

podemos afirmar que la buena preparación del suelo antes de la siembra nos asegura poder sembrar en la fecha, con humedad suficiente para que se implante el cultivo y desarrolle aproximadamente hasta la etapa de macollaje e inicio de espigación. Además, el barbecho cumple otras funciones importantes: liberación de nutrientes, control de malezas, preparación de la cama de siembra, eliminación de plagas. etc.

Navarro (2005) define el término de labranza secundaria a todas las operaciones que se realizan a profundidades de 0 a 15 cm en suelos previamente arados, dando al suelo las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo. Por tanto, estas pueden realizarse antes de la siembra para preparar la cama de la semilla y, aquellos que se efectúa después que el cultivo se ha desarrollado, especialmente para crear surcos para el riego y control de malezas.

Las labores de labranza secundaria antes de la siembra comprenden todas las operaciones que se realizan sobre el suelo a una profundidad de 0 a 15 cm sea para afirmarlo con rodillos o con rastra creando la cama de siembra dando al suelo las mejores características para una buena germinación de la semilla. Es importante que en esta zona se obtenga un perfil bien asentado con buena granulación para lograr un buen contacto suelo-semilla, condición indispensable para su germinación.

La forma como el suelo debe ser trabajado depende de los mismos factores analizados para la labranza primaria. Hay que destacar que son relevantes los requerimientos específicos del cultivo que se desea sembrar. Semillas pequeñas como las forrajeras, hortalizas y cereales que germinan mejor en suelos con tamaño pequeño de los agregados; otras semillas más grandes se desarrollan mejor en suelos con gránulos más grandes.

Para realizar las labores de preparar cama para la semilla hay disponibles una gran variedad de herramientas las que realizan diferentes acciones según sea su diseño de la acción de estas, resulta que los objetivos de la labranza secundaria son: Mejorar las condiciones del suelo para obtener una buena cama de semilla, Conservar la humedad, evitando la evaporación, Cortar residuos para su incorporación, Romper terrones y afirmar la capa superior, Destruir malezas, Nivelar y compactar el suelo, Tapar siembra hechas al voleo. La labranza secundaria en la zona del experimento que es una región semiárida de fuerte evapotranspiración es necesaria esta labor que se refleja biológicamente en el mayor rendimiento de grano, tal como se refleja en el Cuadro 3.5.

3.3 REGRESIÓN DEL PESO DE GRANOS (Y) EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD DE ESPIGA (X_1), NÚMERO DE GRANOS/ESPIGA (X_2)

El mejor modelo de regresión mediante el método Stepwise, en los tres tratamientos es el que tiene la variable número de granos/espiga. Existe una gran uniformidad en la longitud de espiga, esta característica hace

que la variable de mayor importancia sea en la regresión el numero de granos. La ecuación nos muestra el potencial del rendimiento producto de la respuesta al tratamiento Arado/polirrastra (T1) en el suelo semiaridos de Pampa del Arco.

La alta correlación mostrada en el gráfico 3.6 para el tratamiento de preparación del suelo con arado y siembra con polirrastra es el que responde con un mayor número de granos/espiga desde 22 granos hasta los 62 granos con un peso de 1 g hasta 2.52 g. Con este resultado en promedio se estima un rendimiento potencial del trigo de 7878 kg/ha, este resultado se obtiene con el número promedio de espigas/m².

a) Tratamiento Arado Polirrastra (T1)

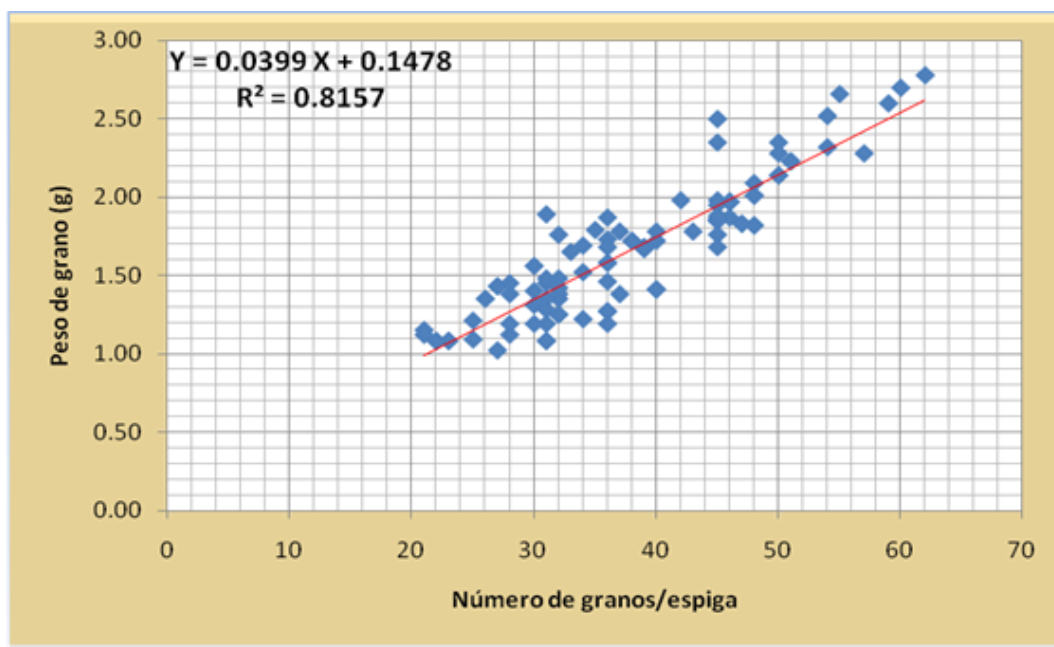


Gráfico 3.6 Relación del peso de granos/espiga (Y) en función del número de granos (X) en el tratamiento Arado/polirrastra (T1). Pampa del Arco 2750 msnm 2009.

La buena preparación del suelo en zona semiaridas trae beneficios en su punto de mayor importancia la retención de la humedad, en vista que en estos terrenos la evapotraspiración es alta, queremos decir es que aunque así pensemos que el laboreo produce daños mecánicos al suelo, destapa de las profundidades lombrices e insectos beneficiosos que luego forman parte de la alimentación de aves y otros animales, el equilibrio se corrige al poco tiempo y la densidad aumenta exponencialmente en poco tiempo. Además, el laboreo elimina las malezas emergentes de las primeras lluvias. (<http://www.agromatica.es/importancia-del-arado-del-suelo/>).

b) Tratamiento Polirrastra Polirrastra (T2)

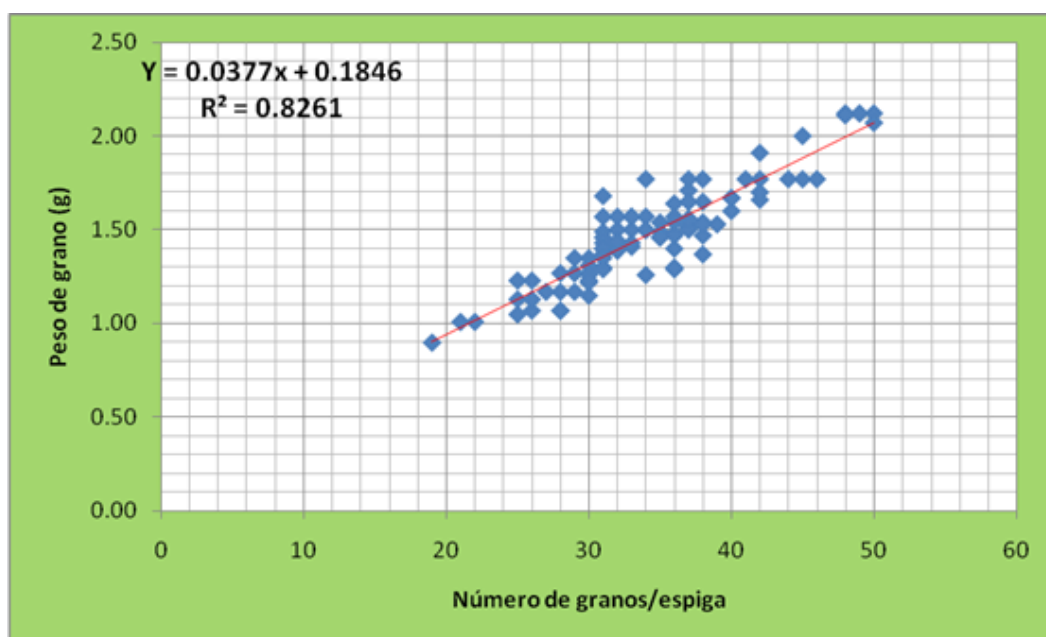


Gráfico 3.7 Relación del peso de granos/espiga (Y) en función del número de granos (X) en el tratamiento Polirrastra/Polirrastra (T2). Pampa del Arco 2750 msnm 2009

El gráfico 3.7 muestra la alta correlación entre el número de granos/espiga y el peso de grano/espiga. En el tratamiento observado de una pasada de polirrastra antes de la siembra y polirrastra en el tapado de semilla muestra una respuesta media entre las variables estudiadas el número de granos por espiga inicia en 18 y termina en 50 granos/espiga, el peso de granos inicia en 0.8 g/espiga y finaliza 2.2 g/espiga. Con estos resultados podemos estimar el rendimiento promedio que se obtendría con esta preparación del suelo, el valor sería de 5647 kg/ha.

Carrasco y Riquelme (2011) manifiesta que el equilibrio de la vida permite usar todos los recursos que queramos, hasta cierto punto. Cualquier elemento considerado como positivo lo es hasta que se abuse de él, de forma que llegado a la cúspide del beneficio, comienzan a aparecer perjuicios debido a su abuso. De hecho, la tendencia actual es el laboreo de conservación. Es decir, arar sólo cuando sea necesario, no siempre anualmente, puesto que a la larga, todos los beneficios físicos que obteníamos con el suelo, se pierden. Lo mejor es que le dediquemos una futura entrada, puesto que es un tema también largo y tendido. Ya sabéis que tenéis nuestras redes sociales y la suscripción para no perderos nada de lo que posteamos.

c) Tratamiento Polirrastra (T3)

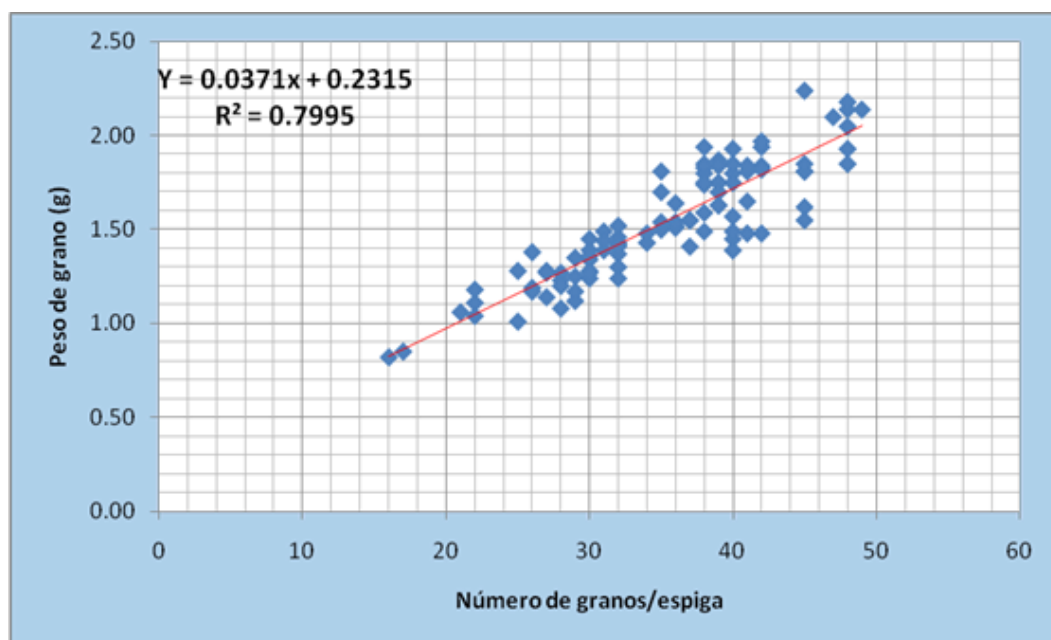


Gráfico 3.8 Relación del peso de granos/espiga (Y) en función del número de granos (X) en el tratamiento Polirrastra (T3). Pampa del Arco 2750 msnm 2009.

El gráfico 3.8 muestra la alta correlación entre el número de granos/espiga y el peso de grano/espiga. En el tratamiento observado de una pasada de polirrastra solamente para la siembra muestra una respuesta por debajo de los dos tratamientos mencionados media entre las variables estudiadas el número de granos por espiga inicia en 16 y termina en 49 granos/espiga, el peso de granos inicia en 0.56 g/espiga y finaliza 2.2 g/espiga. Con estos resultados podemos estimar el rendimiento promedio que se obtendría con esta preparación del suelo, el valor sería de 4480.2 kg/ha. Este valor representa los efectos de la labranza primaria cuyo objetivo es ejercer una acción física-mecánica aplicada sobre el suelo para roturarlo y removerlo.

Los implementos o equipos que se utilizaron en el presente experimento fue una polirrastra, este implemento rotura e invierte el prisma del suelo de manera desuniforme, entierra las malezas, pero remueve el banco de semillas hacia la superficie. La capacidad de retención de humedad en suelos semiáridos es casi nula con la forma de preparación del terreno. En la conducción del experimento se observó una mayor población de malezas en competencia con el cultivo.

3.4 RELACIÓN SUELO – AGUA - PLANTA POR LOS MÉTODOS DE LABRANZA

a. Labranza arado y polirrastra (T1)

La preparación del suelo con arado de disco previo a la siembra tuvo mejor resultado, debido a que la prisma del suelo se removi6 a una profundidad 30 cm., dando mejor aireaci6n al suelo, cabe mencionar que el suelo est6 compuesto de 25% de aire y 25% de agua, y esto conlleva a una mejor acumulaci6n de agua de lluvia evitando la perdida por escorrentía, que conserva la capacidad de retenci6n de humedad en los campos semiáridos como es el caso de Pampa del Arco, para ser aprovechado por las raíces de la planta; esto se plasma en el rendimiento obtenido de (3 608.3 kg/ha). Mientras que la polirrastra realiz6 el mullido del suelo y el tapado correspondiente de la semilla.

b. Labranza polirrastra y polirrastra

La preparación del suelo con polirrastra previo a la siembra tuvo un resultado intermedio, debido a que el prisma del suelo se removi6 a una

profundidad 20 cm., dando aireación al suelo, y la acumulación del agua de lluvia fue mínima para la utilización por la planta, obteniendo un rendimiento intermedio (3 097.7 kg/ha). Mientras que la segunda pasada de polirrastra realizó el mullido del suelo y el tapado correspondiente de la semilla.

c. Labranza polirrastra (T3)

No se tuvo la preparación del suelo, se utilizó la polirrastra directamente para el tapado de la semilla que fue una labranza superficial. Teniendo como resultado un rendimiento bajo (2 203.3 kg/ha), presencia de maleza y pérdida de agua de lluvia por escorrentía.

3.5 MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

El análisis económico del rendimiento en grano del trigo al 14 % de humedad de los tres tratamientos estudiada se presenta en el Cuadro 3.4.1, los mismos que han sido realizados teniendo en cuenta los costos de producción y los ingresos por ventas correspondientes (Anexo 1 A, 2 A, 3 A). La mayor utilidad se obtuvo con el tratamiento de labranza secundaria consistente en: una pasa de arado de cuatro discos y luego una pasada de polirrastra con el que se alcanza una rentabilidad de 103 %. Esto nos demuestra que en suelos semiáridos como la de Pampa del Arco es mejor la labranza mencionada debido a que tiene mayor capacidad de retención de humedad. Como una segunda alternativa con una rentabilidad del 95 % está el tratamiento de labranza con dos

pasadas de polirrastra y en menor rentabilidad de 47 % se encuentra la labranza con una sola pasada de polirrastra.

Cuadro 3.4. Rentabilidad de la producción de trigo (kg/ha) en los 3 tratamientos. Pampa del Arco 2750 msnm 2009

Tratamiento	Rdto. kg/ha	Precio s/./kg	Ingreso por ventas (S/.)	Costo de producción (S/.)	Utilidad (S/.)	Rentab. (%)
Arado/polirrastra (T1)	3608.3	1.00	3608.3	1774.0	1834.3	103 %
Polirrastra/polirrastra (T2)	3097.7	1.00	3097.7	1590.0	1507.7	95 %
Polirrastra (T3)	2203.3	1.00	2203.3	1498.0	705.3	47 %

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Los métodos de labranza aplicados en el cultivo de trigo no han repercutido en forma significativa en la precocidad, como son los tratamientos: (T1) arado de discos y polirrastra, (T2) polirrastra y polirrastra y (T3) polirrastra; la precocidad tuvo mayor variación en el número de días después de la siembra en las fases fenológicas evaluadas.
2. La labranza profunda con el arado de discos y polirrastra (T1), ha permitido obtener un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo, por lo tanto un mayor rendimiento (3,608.3 kg/Ha.); mientras en la labranza con polirrastra (T3), se tiene una labranza superficial utilizado para el tapado de la semilla, que da como resultado un menor crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo, por lo tanto el rendimiento es menor (2,203.3 kg/Ha); mientras en el tratamiento

con dos pasadas de polirrastra el efecto ha sido intermedio entre el arado de disco/polirrastra y polirrastra, obteniendo un crecimiento y desarrollo intermedio del cultivo de trigo y por ende el rendimiento de (3,097.7 kg/ha.). La respuesta biológica a los tipos de labranza, se muestra a favor de la labranza primaria consistente en Aradura y luego el uso de la polirrastra en el tapado de semilla, proporciona un rendimiento de 3608.3. kg/ha. de grano limpio y 420 kg/ha de grano no comercial. Al utilizar polirrastra y polirrastra en el tapado de semilla arroja un rendimiento de 3097.7 kg/ha de trigo limpio y 350 kg/ha de trigo no comercial.

3. Con el tratamiento de labranza primaria de arado de disco y polirrastra (T1) se alcanza una rentabilidad de 103 %; mientras con el tratamiento de labranza polirrastra y polirrastra (T2) se obtiene una rentabilidad de 95% y con labranza solamente polirrastra (T3) se tiene una rentabilidad de 47%; por lo que justifica la labranza primaria por tener el mejor mérito económico en los tratamientos.

4.2 RECOMENDACIONES

1. En la zona semiárida de pampa de Arco la preparación del suelo es recomendable efectuar una labranza secundaria, consistente en pasada de arado de disco y para tapar la semilla con polirrastra esta última tiene la finalidad de desterronar y tapar la semilla.
2. Recomendar en zonas similares de Pampa de Arco la cosecha mecanizada por la gran uniformidad en la madurez de cosecha del cultivo de trigo.
3. También se puede recomendar la preparación del suelo con un arado de disco con tres cuerpos y dos pasadas rastra para un mejor mullido aprovechando la segunda pasada de rastra para el tapado de la semilla.
4. La preparación del suelo con arado efectuar en el mes de octubre o noviembre y la siembra en el mes diciembre.

RESUMEN

El Presente trabajo de tesis, se condujo en el Centro Experimental de Pampa del Arco (UNSCH) el año 2009, donde se evaluaron los tipos de labranza mecanizada: (T1) Labranza con arado de disco y el tapado de la semilla con polirrastra, (T2) Labranza con polirrastra y tapado de semilla con polirrastra y (T3) tapado de semilla con polirrastra. El experimento se condujo en el Diseño Bloque Completo Randomizado (D.B.C.R) con tres bloques y tres tratamientos; teniendo como objetivos de evaluar la precocidad, rendimiento y mérito económico del cultivo de trigo.

Los métodos de labranza aplicados en el cultivo de trigo no han repercutido en forma significativa en la precocidad, como son los tratamientos: (T1) arado de discos y polirrastra, (T2) polirrastra y polirrastra y (T3) polirrastra; la precocidad tuvo mayor variación en el número de días después de la siembra en las fases fenológicas evaluadas. La labranza profunda con el arado de discos y polirrastra (T1), ha permitido obtener un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo, por lo tanto un mayor rendimiento (3,608.3 kg/Ha.); mientras en la labranza con polirrastra (T3), se tiene una labranza superficial utilizado para el tapado de la semilla, que da como resultado un menor crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo, por lo tanto el rendimiento es menor (2,203.3 kg/Ha); mientras en el tratamiento con dos pasadas de polirrastra el efecto ha sido intermedio entre el arado de disco/polirrastra y polirrastra, obteniendo un crecimiento y desarrollo intermedio del cultivo de trigo y por ende el rendimiento de (3,097.7 kg/ha.).

Con el tratamiento de labranza primaria de arado de disco y polirrastra (T1) se alcanza una rentabilidad de 103 %; mientras con el tratamiento de labranza polirrastra y polirrastra (T2) se obtiene una rentabilidad de 95% y con labranza solamente polirrastra (T3) se tiene una rentabilidad de 47%.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ACEVEDO, E Y MARTINEZ, E. 2009. Sistema de labranza y productividad de los suelos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Laboratorio de suelo - agua –planta, Santiago de Chile.

BRADY, N.C. AND R.R. WEIL, 2002. The nature and properties of soils, 13th Ed. Prentice- Hall Inc., New Jersey, USA. 960p.

BOTAN, M.; VENIALGO, C. Y SILVA, L. 2003. Fertilización del trigo en labranza cero. Establecimiento “Los panchos” UNITEC AGRO S.A.

CARRASCO, J. Y RIQUELME, J. 2011. Técnicas de conservación de suelos, agua y vegetación en territorios degradados. Serie actas INIA. Chillan, Chile. 21p.

CONTRERAS, J 2004. Comparativo de cinco variedades de trigo Harinero (*Triticum aestivum*) Canaan 2750 msnm Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo – UNSCH.

CROVETTO, C. 1999. Agricultura de conservación. El grano para el hombre, la paja para el suelo. Colección vida rural. 301pp.

DAROCH, R.; NEUMANN, M. Y NISSEN, J. 1988. Efectos de tres sistemas de labranza sobre la erodabilidad de un suelo. Agro Ciencia 4 (2):109-115.

ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA, 1 999. Editorial OCEANO/CENTRUM, Barcelona España.

FUERTE, M. 2005. Fisiología del Cultivo de Trigo y Calidad Bajo Diferentes Regímenes de Fertilización Nitrogenada. Universidad Técnica de Navarra- España.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAD PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). 1997. Agricultura de

Conservación en los países en vías de desarrollo. Pubic. FAO; Roma 1997.

GISPERT, C.R. 1984. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera. Barcelona, Océano- Éxito.

GOMEZ, L 2009 El cultivo del trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos. UNA La Molina. Facultad de Agronomía. Programa de Cereales y Granos Andinos.

GUERRERO, A.H. 1987. Cultivos Herbáceos extensivos. Ediciones Mundi prensa. España.

GARCÍA DE CORTAZAR, V. 2002. Análisis de manejo de rastrojos en sistemas de labranza cero con el simulador CropSyst. En: U. De Concepción-U.de Chile.

IBAÑEZ, A. y AGUIRRE, Y. 1983. “Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos” Programa Académico de Agronomía. UNSCH, Ayacucho Perú.

INIA 2007 Trigo el Nazareno 411. Investigación para el desarrollo. Nota de Prensa 058-2007-INIA-PW.

JARA V. J. 1993. Cultivo de trigo en la sierra del Perú Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) Lima-Perú.

KRÜGER, H. Y VENANZI, R. 2008. El agua y el rendimiento del trigo. INTA. Buenos Aires, Argentina.

MIRAVALLS, M.; FIORETI, N.; FARALDO, L. Y MIRRASON, H. 2012. Efecto del sistema de labranza sobre el rendimiento y la calidad del grano de trigo pan en la zona semiárida de la Pampa. Phytón (B. Aires) vol.82 Nº.2 120 p.

NAVARRO, B. 2003. Labranza de conservación que usa los residuos de las cosechas. Boletín Nº 1 Sistemas de Labranza. Argentina.

NOVELO, M. 2005. “La labranza de conservación en México y apoyos para su adopción” Banco de México – viva. México.

ORTIZ, C. J. 1995. La maquinaria agrícola y su aplicación. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España pp. 21.

PARODI, P. y ROMERO, L. 1991. Producción de trigo primaveral en el Perú. Lima. FAO. Manual Técnico.

PÉREZ, M.P. 1981. Acción del Nitrógeno en el Ahijamiento y en el Crecimiento del Grano de Trigo.

PÉREZ, F. Y MARTÍNEZ, J. 1994. *"Introducción a la Fisiología Vegetal"*. Ediciones Mundi-Prensa.

QUINTERO C. 2007. Eficiencia del Uso del Nitrógeno en Trigo y Maíz en la Región pampeana Argentina. Info Agro.

RAWSON, H. y GOMEZ, H. 2001. Trigo regado. Manejo del cultivo. Roma FAO.

RODRIGUEZ C.A., Y DI CIOCCO M. 1996. Influencia de la Inoculación con *Azospirillum brasilensis* en trigo cultivado en suelos de la Provincia de la Pampa Argentina. Ciencia del suelo 14: 110-120.

SALAZAR, Z. A. 2000. Calidad industrial del trigo para su comercialización. *In:* el trigo de temporal en México. Villaseñor, M. E. y Espitia, R. E. (eds.). Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Chapingo, Estado de México. 313 p.

Paginas de Web

Fecha: junio del 2013

<http://www.agromatica.es/importancia-del-arado-del-suelo/>

http://www.agro.uba.ar/agro/ced/trigo/clases/clase_06_2.htm

ANEXOS

Cuadro 1A Costos de producción de una hectárea del cultivo de trigo. Tratamiento: Arado y polirrastra

Descripción	Unid	Cant	Valor Unit. s/.	Sub Total s/.	Total s/.
I. GASTOS DEL CULTIVO					<u>685.00</u>
1. Preparación del terreno				320.00	
- Arado del terreno	H/M	03	80.00	240.00	
- Polirrastra	H/M	01	80.00	80.00	
2. Siembra				70.00	
- Aplicación de fertilizantes y distribución de semillas	Jorn	02	15.00	30.00	
- Tapado de semillas	H/M	0.5	80.00	40.00	
3. Labores culturales				105.00	
- 2 ^{do} abonamiento de N	Jorn	01	15.00	15.00	
- 3 ^{er} abonamiento de N	Jorn	01	15.00	15.00	
- Deshierbos (herbicida)	litro	01	60.00	60.00	
- Aplicación herbicida	Jorn	01	15.00	15.00	
4. Cosecha				190.00	
- Trillado (trilladora)	H/M	01	160.00	160.00	
- Ensacado y almacenamiento	Jorn	02	15.00	30.00	
					<u>857.60</u>
II. GASTOS ESPECIALES	kg	140	2.0	280.00	
1. Semilla				577.60	
2. Fertilizantes (100-80-80)	Kg.	156	1.3	202.80	
- Urea	Kg.	174	1.2	208.80	
- Fosfato Diamonico	Kg	133	0.9	119.70	
- Cloruro de potasio	Kg	463	0.1	46.30	
3. Transporte				231.39	<u>231.39</u>
III. GASTOS GENERALES				154.26	
1. Gastos administrativos (10%)				77.13	
2. Imprevistos (5%)					
COSTO TOTAL DE PRODUCCION (s/.)					1774.00

**Cuadro 2 A Costos de producción de una hectárea del cultivo de
trigo. Tratamiento: polirrastra y polirrastra**

Descripción	Unid	Cant	Valor Unit. s/.	Sub Total s/.	Total s/.
I GASTOS DEL CULTIVO					<u>525.00</u>
1. Preparación del terreno				160.00	
- Polirrastra	H/M	01	80.00	80.00	
- Polirrastra	H/M	01	80.00	80.00	
2. Siembra				70.00	
- Aplicación de fertilizantes y distribución de semillas	Jorn	02	15.00	30.00	
- Tapado de semillas	H/M	0.5	80.00	40.00	
3. Labores culturales				105.00	
- 2 ^{do} abonamiento de N	Jorn	01	15.00	15.00	
- 3 ^{er} abonamiento de N	Jorn	01	15.00	15.00	
- Deshierbos (herbicida)	litro	01	60.00	60.00	
- Aplicación herbicida	Jorn	01	15.00	15.00	
4. Cosecha				190.00	
- Trillado (trilladora)	H/M	01	160.00	160.00	
- Ensacado y almacenamiento	Jorn	02	15.00	30.00	
					<u>857.60</u>
II. GASTOS ESPECIALES	kg	140	2.0	280.00	
1. Semilla				577.60	
2. Fertilizantes (100-80-80)	Kg.	156	1.3	202.80	
- Urea	Kg.	174	1.2	208.80	
- Fosfato Diamonico	Kg	133	0.9	119.70	
- Cloruro de potasio	Kg	463	0.1	46.30	
3. Transporte					<u>207.39</u>
III. GASTOS GENERALES				138.26	
1. Gastos administrativos (10%)				69.13	
2. Imprevistos (5%)					
COSTO TOTAL DE PRODUCCION (s/.)					1590.00

**Cuadro 3 A Costos de producción de una hectárea del cultivo de
trigo. Tratamiento: Polirrastra**

Descripción	Unid	Cant	Valor Unit. s/.	Sub Total s/.	Total s/.
I GASTOS DEL CULTIVO					<u>445.00</u>
1. Preparación del terreno				80.00	
- Polirrastra	H/M	01	80.00	80.00	
2. Siembra				70.00	
- Aplicación de fertilizantes y distribución de semillas	Jorn	02	15.00	30.00	
- Tapado de semillas	H/M	0.5	80.00	40.00	
3. Labores culturales				105.00	
- 2 ^{do} abonamiento de N	Jorn	01	15.00	15.00	
- 3 ^{er} abonamiento de N	Jorn	01	15.00	15.00	
- Deshierbos (herbicida)	litro	01	60.00	60.00	
- Aplicación herbicida	Jorn	01	15.00	15.00	
4. Cosecha				190.00	
- Trillado (trilladora)	H/M	01	160.00	160.00	
- Ensacado y almacenamiento	Jorn	02	15.00	30.00	
					<u>857.60</u>
II. GASTOS ESPECIALES	kg	140	2.0	280.00	
1. Semilla				577.60	
2. Fertilizantes (100-80-80)	Kg.	156	1.3	202.80	
- Urea	Kg.	174	1.2	208.80	
- Fosfato Diamonico	Kg	133	0.9	119.70	
- Cloruro de potasio	Kg	463	0.1	46.30	
3. Transporte					<u>195.39</u>
III. GASTOS GENERALES				130.26	
1. Gastos administrativos (10%)				65.13	
2. Imprevistos (5%)					
COSTO TOTAL DE PRODUCCION (s/.)					<u>1498.00</u>



Foto 01: Campo de cultivo de trigo en la fase de emergencia



Foto 02: Fase de macollamiento y evaluación en la muestra en un metro cuadrado



Foto 03: Producto utilizado contra las malezas



Foto 04: Aplicación del producto herbicida contra las malezas



Foto 05: Campo de cultivo de trigo en la fase de llenado de granos



Foto 06: Campo de cultivo de trigo en la fase de llenado de granos



Foto 07: Campo de cultivo de trigo en la fase de madurez fisiológica



Foto 08: Campo de cultivo de trigo en la fase de madurez fisiológica



Foto 09: Maquina cosechadora combinada



Foto 10: Cosecha con cosechadora combinada



Foto 11: Cosecha de trigo por tratamiento con cosechadora combinada



Foto 12: Ensacado de trigo por tratamiento en costales de 70 kg.



Foto 13: Ensacado por tratamiento para su almacenamiento correspondiente



Foto 14: Tractor Fiat 175 utilizado para la labranza primaria y secundaria en Pampa del Arco, Ayacucho 2750 msnm.



Foto 15: Arado reversible de cuatro discos utilizado en Pampa del arco. Ayacucho 2750 msnm



Foto 16: Polirrastra con cuatro cuerpos de rastras utilizada en la zona semiárida de Pampa del Arco. Ayacucho 2750 msnm