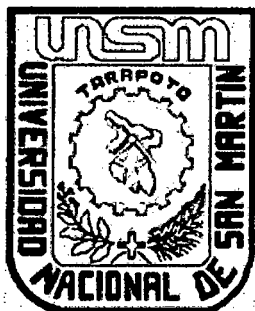


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA DEL MAÍZ AMARILLO DURO  
(*Zea mays*) TRATADO BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E  
INORGÁNICA A DOS NIVELES DE NITRÓGENO EN EL VALLE  
DEL CHIRA - PIURA**



**TESIS**  
**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER**  
**CARMELA SAAVEDRA PAREDES**

**TARAPOTO – PERÚ**  
**2005**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“Evaluación Físicoquímica del Maíz Amarillo Duro (Zea Mays)  
Tratado Bajo Fertilización Orgánica e Inorgánica a dos Niveles de  
Nitrógeno en el Valle del Chira - Piura**

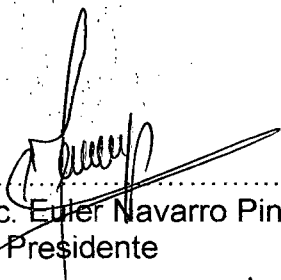
Presentado por la Bachiller:

**CARMELA SAAVEDRA PAREDES**

Tesis Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

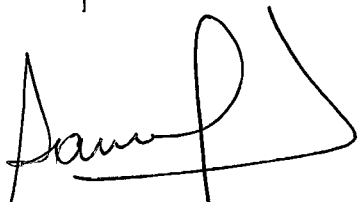
**SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO:**



Ing. M.Sc. Euter Navarro Pinedo  
Presidente



Ing. M.Sc. Mario Pezo Gonzales  
Secretario



Ing. Abilio Domínguez Baldoceada  
Miembro



Ing. Dr. Anibal Quinteros García  
Asesor

TARAPOTO – PERU  
2005

## DEDICATORIA:

A mis padres **Isabel y Widmer** por el gran esfuerzo, perseverancia y apoyo incondicional que me dieron e hicieron posible cumplir una de mis grandes metas y sueño como profesional.

A mis hermanos **Pilar, Henry, Carlos y Roberto** por el apoyo y confianza que me brindaron constantemente.

A mi hermoso bebe, **Diego Jesús** por ser una fuente de inspiración en mis momentos de flaqueza, con muchísimo amor.

## AGRADECIMIENTO

El Autor desea expresar su agradecimiento:

- Al Ing. Dr. Anibal Quinteros García, Docente Principal de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín Asesor del presente Trabajo.
- Al Ing. Ulises Vegas Rodríguez, Co-Asesor del presente trabajo, Director del INIEA - Piura y Coordinador del Área de Investigación de la Asociación Chira.
- Sr. Facundo Pérez Romero, Director Ejecutivo de la Asociación Chira, por su confianza y apoyo constante.
- Al Ing. Oscar Morocho Marchán, Coordinado del Área de Producción y Gestión Empresarial de la Asociación Chira.
- A los señores Felipe Ruiz Silva, Técnico Agropecuario de la Asociación Chira y un gran amigo, gracias por sus consejos.
- José Méchato, Técnico Agropecuario del INIEA – Piura (Marcavelica) por el apoyo en el trabajo de campo de la presente tesis.
- Helmer Culquicondor Chinchay por ser un compañero de trabajo incondicional.
- Ing. Miguel Chávez Pinchi, Docente de la Universidad Nacional de Piura – Escuela Profesional de Agroindustrias, por su apoyo durante el desarrollo de la presente tesis.
- Lic. Velarde Pezo Perea, por su apoyo en la culminación del presente trabajo.
- Ing. Max B. Pezo Perea, por el apoyo incondicional y permanente en la culminación del presente trabajo.
- A todos mis compañeros de trabajo de la Asociación Chira por el apoyo constate para la culminación y presentación de este trabajo, permitiéndome así llegar a cumplir una de mis metas.

## INDICE

Pág. Nº

Resumen	
Abstract	
I. Introducción .....	15
II. Revisión Bibliográfica .....	17
2.1 Generalidades .....	17
2.1.1 Composición Química del grano .....	18
2.1.2 Composición Morfológica del grano .....	19
2.1.3 Características Físicas y Químicas del grano .....	20
2.1.4 Fisiología .....	21
2.2 Área Cultivada y Producción de Maíz Amarillo Duro en el Departamento de Piura .....	22
2.3 Adaptación y Requerimiento Ambiental del Cultivo .....	25
2.3.1 Clima .....	25
2.3.2 Suelo .....	25
2.3.3 Crecimiento y Desarrollo de la Planta .....	26
2.4 Siembra y Labores Culturales .....	26
2.4.1 Semillas .....	27
2.4.2 Época de siembra .....	27
2.4.3 Densidad de Siembra .....	27
2.4.4 Deshije y Control de Malezas .....	28
2.5 Manejo de la Fertilización .....	28
2.5.1 Fertilización Orgánica .....	29
2.5.1.1 Humus de Lombriz .....	31
a) Características fisicoquímicas del Humus .....	32
b) Utilización como abono .....	32
2.5.2 Fertilización Inorgánica .....	33
2.5.2.1 Características Fisicoquímicas de la Urea .....	34
a) Propiedades Físicas .....	34
b) Propiedades Químicas .....	35
c) Utilización como Abono .....	35
2.6 Cosecha .....	35

2.6.1 Cosecha de Maíz para Grano.....	36
2.6.2 Desecación y almacenamiento de granos .....	37
2.7 Formación del grano .....	38
2.8 Valor Nutricional de Maíz .....	39
2.8.1 Calidad del Grano de Maíz.....	40
2.8.2 Elementos Nutritivos.....	41
a) Carbohidratos.....	41
b) Proteínas y aminoácidos .....	41
c) Grasa.....	42
d) Elementos minerales .....	42
e) Vitaminas.....	42
2.8.3 Importancia del Porcentaje de Proteína en el Grano .....	43
2.9 Maíz como Materia Prima.....	44
2.10 Calidad del Maíz para la Industria .....	45
2.11 Usos del Maíz .....	46
2.11.1 Maíz para alimentación humana.....	46
a) Utilización directa .....	46
b) Maíz de alta calidad proteica .....	48
c) maíz en la panificación .....	48
2.11.2 Maíz para la alimentación animal .....	48
a) La planta.....	49
b) El grano .....	49
c) Mezclas balanceadas y concentradas .....	50
<b>III. Materiales y Métodos .....</b>	<b>51</b>
3.1 Lugar de Ejecución.....	51
3.2 Materia Prima.....	51
3.3 Equipos .....	51
3.4 Materiales .....	51
3.4.1 De campo.....	51
3.4.1 De laboratorio.....	52
3.5 Reactivos .....	52
3.6 Métodos .....	53
3.6.1 Siembra.....	53

3.6.2 Evaluaciones de campo .....	55
3.6.3 Contenido de humedad .....	55
3.6.4 Determinación de la madurez fisiológica .....	55
3.6.5 Evaluación de manejo post cosecha .....	55
3.6.5.1 Evaluación del rendimiento .....	55
3.6.5.2 Evaluación fisicoquímica del grano .....	56
a) Evaluación Física .....	56
b) Evaluación química .....	56
IV. Resultados y Discusiones .....	59
4.1 Cultivo .....	59
4.1.1 Características del suelo .....	59
4.1.2 Características de la materia prima .....	60
4.1.3 Prácticas culturales .....	61
4.1.4 Plagas y Enfermedades .....	70
4.2 Cosecha .....	70
4.2.1 Determinación del Momento de Cosecha .....	70
4.2.2 Evaluación del Rendimiento .....	73
4.2.3 Evaluación Fisicoquímica del grano .....	76
a) Evaluación física .....	76
b) Evaluación química .....	91
V. Conclusiones y Recomendaciones .....	107
5.1 Conclusiones .....	107
5.2 Recomendaciones .....	109
VI. Bibliografía .....	110
VII. Anexos .....	114

## INDICE DE CUADROS

N°		Pág. N°
01	Composición Nutricional del Maíz Amarillo Duro (Contenidos en 100 gr de parte comestible) .....	19
02	Superficie Sembrada Mensual de Maíz Amarillo Duro (Ha) En el Departamento de Piura Campaña 2002/2003.....	23
03	Superficie Cosechada Mensual de Maíz Amarillo Duro (Ha) En el Departamento de Piura Campaña 2002/2003.....	24
04	Producción Mensual de Maíz Amarillo Duro (Tm) En el Departamento de Piura Campaña 2002/2003.....	24
05	Rendimiento Promedio Mensual de Maíz Amarillo Duro (Tm) En el Departamento de Piura Campaña 2002/2003.....	25
06	Absorción de Nutrientes en los Distintos Estados de Desarrollo del Maíz (en % de la cantidad total absorbida) .....	29
07	Características Geométricas del Maíz .....	45
08	Parcelas y Distribución de la Siembra de Maíz Amarillo Duro Var. INIA 605 en la Asociación Chira (Marcavelica – Sullana) .....	54
09	Diseño experimental para Evaluación Físicoquímica del Maíz Amarillo Duro .....	58
10	Resultado de Análisis Físicoquímico del Suelo.....	59
11	Características Físicoquímicas del Maíz Amarillo Duro utilizado como semilla.....	60
12	Altura de Planta en cm. de plantaciones de Maíz Amarillo Duro.....	62
13	Análisis de Varianza para la Altura de Planta de Plantaciones de Maíz Amarillo Duro .....	62
14	Prueba DUNCAN para la Altura de Planta en cm. para Plantaciones de Maíz Amarillo Duro .....	63
15	Altura de Inserción de Mazorca en cm. de Plantaciones de Maíz Amarillo Duro .....	64
16	Análisis de Varianza para la Altura de Inserción de Mazorca De Plantaciones de Maíz Amarillo Duro .....	64
17	Prueba DUNCAN para la Altura de Inserción de Mazorca en cm. para Plantaciones de Maíz Amarillo Duro .....	65
18	Humedad de Campo en % del grano de Maíz Amarillo Duro.....	71

19	Análisis de Varianza para la Humedad de Campo en % de Plantaciones de Maíz Amarillo Duro .....	71
20	Prueba DUNCAN para la Humedad de Campo en % para Plantaciones de Maíz Amarillo Duro .....	72
21	Rendimiento en Kg./Ha. del grano de Maíz Amarillo Duro .....	73
22	Análisis de Varianza para el Rendimiento del grano de Maíz Amarillo Duro .....	74
23	Prueba DUNCAN para el Rendimiento en Kg./Ha del grano de Maíz Amarillo Duro .....	75
24	Longitud en mm. Del grano de Maíz Amarillo Duro.....	76
25	Análisis de Varianza para la Longitud del grano de Maíz Amarillo Duro .....	77
26	Prueba DUNCAN para la Longitud en mm. del grano de Maíz Amarillo Duro .....	78
27	Ancho en mm. Del grano de Maíz Amarillo Duro .....	78
28	Análisis de Varianza para el Ancho del grano de Maíz Amarillo Duro .....	79
29	Prueba DUNCAN para el Ancho en mm. del grano de Maíz Amarillo Duro .....	80
30	Espesor en mm. Del grano de Maíz Amarillo Duro .....	80
31	Análisis de Varianza para el Espesor del grano de Maíz Amarillo Duro .....	81
32	Prueba DUNCAN para el Espesor en mm. del grano de Maíz Amarillo Duro .....	82
33	Superficie en mm <sup>2</sup> . Del grano de Maíz Amarillo Duro .....	82
34	Análisis de Varianza para la Superficie del grano de Maíz Amarillo Duro .....	83
35	Prueba DUNCAN para la Superficie en mm <sup>2</sup> del grano de Maíz Amarillo Duro .....	84
36	Volumen en mm <sup>3</sup> . Del grano de Maíz Amarillo Duro.....	84
37	Análisis de Varianza para el Volumen del grano de Maíz Amarillo Duro .....	85
38	Prueba DUNCAN para el Volumen en mm <sup>3</sup> del grano de	

	Maíz Amarillo Duro .....	85
39	Densidad en Kg./m <sup>3</sup> . Del grano de Maíz Amarillo Duro.....	87
40	Análisis de Varianza para la Densidad del grano de Maíz Amarillo Duro .....	87
41	Prueba DUNCAN para la Densidad en Kg./m <sup>3</sup> del grano de Maíz Amarillo Duro .....	88
42	Resistencia a la Rotura en Kg./m <sup>2</sup> . Del grano de Maíz Amarillo Duro.....	89
43	Análisis de Varianza para la Resistencia a la Rotura del grano de Maíz Amarillo Duro .....	89
44	Prueba DUNCAN para la Resistencia a la Rotura en Kg/cm <sup>2</sup> del grano de Maíz Amarillo Duro .....	90
45	Contenido de Carbohidratos en % del grano de Maíz Amarillo Duro.....	92
46	Análisis de Varianza para el Contenido de Carbohidratos del grano de Maíz Amarillo Duro .....	92
47	Prueba DUNCAN para el Contenido de Carbohidratos en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	93
48	Contenido de Grasa en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	94
49	Análisis de Varianza para el Contenido de Grasa del grano de Maíz Amarillo Duro .....	94
50	Prueba DUNCAN para el Contenido de Grasa en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	95
51	Contenido de Proteína en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	96
52	Análisis de Varianza para el Contenido de Proteína del grano de Maíz Amarillo Duro .....	96
53	Prueba DUNCAN para el Contenido de proteína en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	97
54	Contenido de Fibra en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	98
55	Análisis de Varianza para el Contenido de Fibra del grano de Maíz Amarillo Duro .....	98
56	Prueba DUNCAN para el Contenido de Fibra en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	99
57	Contenido de Almidón en % del grano de Maíz Amarillo Duro.....	100

58	Análisis de Varianza para el Contenido de Almidón del grano de Maíz Amarillo Duro .....	100
59	Prueba DUNCAN para el Contenido de Almidón en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	101
60	Contenido de Ceniza en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	102
61	Análisis de Varianza para el Contenido de Ceniza del grano de Maíz Amarillo Duro .....	102
62	Prueba DUNCAN para el Contenido de Ceniza en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	103
64	Contenido de Humedad en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	104
65	Análisis de Varianza para el Humedad de Laboratorio del grano de Maíz Amarillo Duro .....	104
66	Prueba DUNCAN para el Contenido de Humedad en % del grano de Maíz Amarillo Duro .....	105

## INDICE DE FIGURAS

Nº	Pág. Nº
01	Distribución de las Parcelas de Maíz Amarillo Duro Var. INIA 605..... 54
02	Plantas de Maíz Amarillo Duro en la Instalación de las Parcelas ..... 67
03	Diferenciación de Altura de Planta para cada Tratamiento de Maíz Amarillo Duro en las Parcelas Instaladas ..... 67
04	Flor Femenina de Maíz Amarillo Duro ..... 68
05	Mazorca seca de Maíz Amarillo Duro Tratada con Fertilización Orgánica a Dosis Alta ..... 68
06	Mazorca seca de Maíz Amarillo Duro Tratada con Fertilización Orgánica a Dosis Baja ..... 69
07	Mazorca seca de Maíz Amarillo Duro Tratada con Fertilización Orgánica Testigo ..... 69

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar las características fisicoquímicas del grano de maíz amarillo duro (*zea mays*) tratados bajo fertilización orgánica e inorgánica a dos niveles de nitrógeno en el valle del Chira – Piura.

Para la instalación del trabajo se empleó el diseño estadístico por parcelas divididas utilizándose hasta las evaluaciones culturales del cultivo, contando con 3 tratamientos para cada fuente de fertilización y cuatro repeticiones. Para la evaluación fisicoquímica se utilizó un diseño en bloque completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2x3 con cuatro repeticiones. En ambos casos se realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan al 0.05% de probabilidad.

Se evaluó la influencia en las mejoras de las condiciones del cultivo y la materia prima del maíz que fueron tratados bajo la aplicación de fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos suministrada a diferentes dosis (alta= T1 = 240 Kg. de N/Ha., baja = T2 = 180 Kg. de N/Ha. y testigo = T3 = 0 Kg de N/Ha.), realizando un control permanente en cada etapa del cultivo y permitiendo de este modo evaluar el desarrollo y el comportamiento del cultivo bajo estos parámetros de fertilización hasta llegar a la cosecha.

De los resultados obtenidos se concluye que existió alta diferencia significativa entre los tratamientos para las diferentes dosis y fuente de fertilización nitrogenada, manifestándose en la:

- Altura de planta, sobresaliendo el T1 de la fertilización orgánica a dosis alta con un valor de 235 cm. y la fertilización inorgánica a dosis alta con un valor de 245cm. Manteniendo la directa proporcionalidad en lo manifestado en la altura de inserción de mazorca con valores de 130cm. para la fertilización orgánica a dosis alta y de 135 cm. para la fertilización inorgánica a dosis alta.

- Al evaluar el rendimiento del grano se muestran los mejores rendimientos en la fertilización orgánica e inorgánica a dosis alta con un valor de 11 458 Kg./Ha. y los rendimientos más bajos en el testigos de la fertilización inorgánica con 2 604 Kg./Ha., quedando demostrado que la fertilización orgánica es una de las mejores opciones para obtener un mejor rendimiento y buen peso del grano atribuido además al tipo de suelo.
- En la evaluación física se realizó mediante métodos distintos para cada evaluación, para la evaluación biométrica del grano se utilizó el Vernier y se obtuvo una mejor característica en los granos de maíz amarillo duro tratados bajo fertilización orgánica a dosis alta con los siguientes valores 13.50 mm de espesor, 8.20 mm de ancho, 5.50 mm de espesor, 102.70 mm<sup>2</sup> de superficie y 594.00 mm<sup>3</sup> de volumen; en la evaluación densidad y dureza, se determinó por el método de densidad aparente de granos y el método de resistencia a la rotura respectivamente el cual no muestra diferencia significativa.
- La evaluación química realizó mediante el método de análisis proximal, que nos permitió medir la humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos y almidón, donde se observó que existió alta diferencia significativa, rescatando los valores obtenidos en el contenido de proteínas con un valor de 12.8% y carbohidratos con 68.1 % tratados con fertilización orgánica nitrogenada a dosis alta. Los contenidos de grasa, fibra, ceniza y humedad no muestran diferencia significativa.

Finalmente el tratamiento con fertilización orgánica a dosis alta tuvo mejores resultados en casi todas las evaluaciones realizadas, principalmente en la altura y vigorosidad de la planta, contenido proteico, de almidón y en la evaluación biométrica del grano; presentando un mejor tamaño, uniformidad y mejoras en el contenido nutricional y proteico del grano.

## ABSTRAC

The present work has as objective to improve the characteristic physicalchemical of the grain of hard yellow corn (*zea mays*) treaties low organic and inorganic fertilization at two nitrogen levels in the valley of the Chira - Piura.

For the installation of the work the statistical design was used by divided parcels being used until the cultural evaluations of the cultivation, having 3 treatments for each fertilization source and four repetitions. For the evaluation physicalchemical a design was used totally at random in block (DBCA) with factorial arrangement of 2x3 with four repetitions. In both cases he/she was carried out the variance analysis and the test from Duncan to the 0. 05% of probability.

The influence was evaluated in the improvements of the conditions of the cultivation and the matter prevails of the corn that you/they were treated under the application of fertilizers organic and inorganic nitrogen given to different dose (high = T1 = 240 Kg. of N/Ha. , low = T2 = 180 Kg. of N/Ha. and witness = T3 = 0 Kg of N/Ha. ), carrying out a permanent control in each stage of the cultivation and allowing this way to evaluate the development and the behavior of the cultivation lowers these fertilization parameters until arriving to the crop.

Of the obtained results you concludes that discharge existed high differs significant among the treatments for the different doses and source of fertilization nitrogen, showing in the:

- ❑ Plant height, standing out the T1 from the organic fertilization to high dose with a value 235 cm. and the inorganic fertilization to high dose with a value of 245cm. Maintaining the direct proportional in that manifested in the height of ear insert with values of 130cm. for the organic fertilization to high dose and of 135 cm. for the inorganic fertilization to high dose.
- ❑ When evaluating the yield of the grain the best yields they are shown in the organic and inorganic fertilization to high dose with a value of 11 458

Kg. /Ha. and the lowest yields in the witness of the inorganic fertilization with 2 604 Kg. /Ha. , being demonstrated that the organic fertilization is one of the best options to obtain a better yield and good weight of the grain also attributed to the floor type.

- In the physical evaluation was carried out by means of different methods for each evaluation, for the evaluation biometric of the grain the Vernier was used and a better characteristic was obtained in the grains of corn yellow hard treaties low organic fertilization to high dose with the following values 13. 50 mm of thickness, 8. 20 mm wide, 5. 50 mm of thickness, 102. 70 mm<sup>2</sup> surface and 594. 00 mm<sup>3</sup> of volume; in the evaluation density and hardness, it was determined by the method of apparent density of grains and the resistance method to the break respectively which doesn't show significant difference.
- The chemical evaluation carried out by means of the method of analysis proximal, that allowed us to measure the humidity, protein, fat, fiber, ash, carbohydrates and starch, where it was observed existed high differs significant, rescuing the values obtained in the content of proteins with a value of 12. 8% and carbohydrates with 68.1 % treaties with fertilization organic nitrogen to high dose. The contents of fat, fiber, ash and humidity don't show significant difference.

Finally the treatment with organic fertilization to high dose had better results in almost all the carried out evaluations, mainly in the height and strenuousness of the plant, contained protein, of starch and in the evaluation biometric of the grain; presenting a better size, uniformity and improvements in the nutritional content and protein of the grain.

## I.- INTRODUCCIÓN:

El cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), es uno de los principales cultivos agrícolas de nuestro país y se ha convertido en un cultivo potencial de gran importancia; en el primer caso principalmente para el consumo en la industria avícola. El cual permite acrecentar la oferta y demanda de este cultivo que además exige ciertas características culturales y del grano como materia prima.

Según las últimas estadísticas Nacionales, el maíz amarillo duro es considerado como el sexto de importancia en la agricultura nacional, teniendo en cuenta el área de producción y el número de agricultores que dependen de este cultivo. En la campaña agrícola 2001-2002, a nivel nacional se llegó a sembrar 286, 000 has. De maíz amarillo duro, sólo en Piura se llegó a sembrar 15,000 has.

En la región Piura, se ha incrementado la preocupación de los profesionales, agricultores y personas vinculadas al agro y agroindustria por incrementar las áreas de siembra, mejorar la producción, productividad y calidad nutricional del grano, en el valle, debido a que los factores limitantes de mayor importancia en la producción de maíz amarillo duro en el Perú son el manejo agronómico inadecuado del cultivo ya que este influye en la calidad nutricional del grano y, el uso poco frecuente de híbridos en las áreas maiceras, lo cual redundaría en la baja productividad del cultivo decreciendo la competitividad y permanencia en el mercado.

Lo que se busca con ésta investigación es evaluar las características fisicoquímicas del maíz amarillo duro tratados bajo dos fuentes de fertilización, orgánica e inorgánica, con dos niveles de nitrógeno (alta y baja); definiendo así su calidad nutricional que nos permita comparar sus variaciones en el grano producido bajo estas condiciones de manejo agronómico. Permittiéndonos así determinar un producto que nos de un buen rendimiento con excelente calidad nutricional. De tal modo que podamos tener una alternativa de selección,

clasificación y de manejo agronómico preparados para un mercado competitivo que acrecienta sus exigencias para la obtención de una materia prima.

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

a). Generales:

Mejorar las características fisicoquímicas del grano de maíz amarillo duro (*Zea mays L*) tratados bajo fertilización orgánica e inorgánica a dos niveles de nitrógeno.

b). Específicas:

- Evaluar las características fisicoquímicas del grano de maíz amarillo duro (*Zea mays L*) tratados bajo fertilización orgánica e inorgánica a dos niveles de nitrógeno.
- Determinar la influencia de los fertilizantes orgánico e inorgánico a dos niveles de nitrógeno en el grano de maíz amarillo duro, para su utilización en la agroindustria.
- Determinar el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays L*) tratados bajo dos fuentes de fertilización a dos niveles de nitrógeno.

## II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.- Generalidades

**Maíz**, nombre común de una gramínea muy cultivada como alimento y como forraje para el ganado. El nombre proviene de las Antillas, pero en México, los nahuas lo denominaron *centli* (a la mazorca) o *tlaolli* (al grano). Entre el trigo y el arroz, el maíz es uno de los cereales más cultivados del mundo, debido a que se ha cultivado en casi todas las partes del mundo, es posible encontrar plantas de este cereal con algunas características diferentes. (Enacarta 2004)

El desarrollo de la planta de maíz se puede dividir en dos fases fisiológicas. En la primera llamada fase vegetativa, se desarrollan y diferencian distintos tejidos hasta que aparecen las estructuras florales. La segunda fase, llamada fase de reproducción, se inicia con la fertilización de las estructuras femeninas que se diferenciarán en espigas y granos. El grano se denomina en botánica cariósido o cariopsis y cuenta con cuatro estructuras físicas fundamentales: el pericarpio, cáscara o salvado; el endospermo, el germen o embrión y la piloriza (tejido inerte en el que se une el grano y el carozo). (FAO. 1993)

Hay varios grupos o tipos de *Zea mays* que tienen alguna importancia económica, los de mayor interés son: el maíz dentado, maíz dulce, maíz harinoso, maíz reventón, maíz ceroso. El maíz amarillo duro (*Zea mays* indurada) se caracteriza por tener el endospermo almidonado cubierta por una capa relativamente gruesa del endospermo caloso, con una cantidad relativamente pequeña del endospermo almidonado. La altura de la planta de maíz varía mucho, de más de 4.6 m. a 0.9 m. El tallo está formado por nudos y entrenudos. Las hojas nacen en forma alterna. Una hoja está compuesta de una lígula, de una brizna y de una vaina, la cual abraza a la caña o tallo. El maíz es un cultivo de estación caliente. Para germinar requiere una temperatura de 10 a 13 °C y temperaturas medias de 21 – 32 °C para un crecimiento óptimo. (Metcalf, 1987)

Descripción Botánica, (**Enciclopedia Agrícola 1995**) describe:

- **Nombre científico:** *Zea mays* L.
- **Nombre común:** Maíz, choclo (maíz no maduro usado en América), elote Abá (chibcha), Ajkua (chimilla, cogi, páez), Marik (guajiro), Pé, peepetake (catío), Yomo (sáliba).

### **Sistemática**

Reino:	<b>Vegetal</b>
Clase:	<b>Angiospermae</b>
Subclase:	<b>Monocotyledoneae</b>
Orden:	<b>Glumiflorae</b>
Familia:	<b>Graminaceae</b>
Género:	<b><u>Zea</u></b>
Especie:	<b><u>mays</u> L.</b>

#### **2.1.1 Composición Química del grano:**

Existe un número considerable de datos sobre la composición química del maíz y múltiples estudios han sido llevados a cabo para tratar de comprender y evaluar las repercusiones de la estructura genética del número relativamente elevado de variedades de maíz existentes en su composición química, así como la influencia de los factores ambientales y las prácticas agronómicas en los elementos constitutivos químicos y en el valor nutritivo del grano y sus partes anatómicas. La composición química como se presenta en el cuadro N° 01, tras la elaboración para el consumo es un aspecto importante del valor, y en ella influyen la estructura física del grano, factores genéticos y ambientales, la elaboración y otros eslabones de la cadena alimenticia. En este capítulo se describirán las características químicas del maíz, tanto del tipo común como del que posee

proteínas de elevada calidad, con el fin de comprender el valor nutritivo de los diversos productos del cereal que se consumen en todo el mundo, en el cuadro N° 01 se muestra la composición nutricional del maíz de dos distintos autores. (FAO 1993)

**Cuadro N° 01: Composición Nutricional del Maíz Amarillo Duro**  
(Contenidos en 100 g de la parte comestible)

COMPONENTES	Maíz Amarillo Duro	
	Collazos	Manrique
<b>Mayores (g)</b>		
Calorias	315	-
Agua	17.2	12.7
Proteínas	8.4	7.3
Grasas	1.1	4.1
Carbohidratos	69.4	72.82
Fibra	3.8	1.84
Cenizas	1.2	1.48
<b>Menores (mg)</b>		
Calcio	6	8
Fósforo	2.67	3.36
Hierro	1.7	2.1
Tiamina	0.30	0.28
Riboflavina	0.16	0.16
Niacina	3.25	3.30
Retinol	2	-
Ac. Ascórbico reducido	0.7	0.7

Fuente: Collazos (1996) y Manrique (1997)

### 2.1.2 Composición Morfológica del grano:

Reyes (1993), menciona que como el de los cereales, en general, el grano del maíz está formado por tres partes con caracteres histológicos, nutritivos y biológicos diferentes: *la envoltura o*

*pericarpio*, formado por el *epicarpio*, el *mesocarpio* y el *endocarpio*. El tegumento externo y la capa hialina son dos capas sin estructura celular precisa, situadas entre el pericarpio y las capas de las células de aleurona; el *endospermo*, rodeado por la capa de aleurona o capa proteica que contiene el pigmento en los cultivares de color. La textura del endospermo del maíz varía según el tipo de éste y la región de la pepita o albumen. La parte opuesta del germen, que es de color ligero, contiene gránulos de almidón bastante sueltos con poca proteína, mientras la parte córnea, que está más coloreada en las variedades amarillas, tiene gránulos de almidón más pequeños que están embebidos por delgadas membranas proteicas: el *embrión*, que consta de células alargadas y una estructura microscópica semejante al germen de trigo, contiene proporciones semejantes de grasa y de hidratos de carbono y un alto contenido proteico. El embrión y el endospermo están dentro del pericarpio y la testa, que se encuentran unidos formando la cáscara. Esta última corresponde morfológicamente al salvado de otros cereales; cáscara de la avena, la cebada o el arroz no corresponde a la llamada *cáscara del maíz*, que está formada por lema y la paleta adheridas. Estas partes del maíz se pierden en la trilla. La parte de la cáscara que cubre el germen es el *casquete*. El maíz no tiene surco ventral ni arruga.

El periodo vegetativo del maíz oscila entre 140 y 300 días y está sujeto a las condiciones agroecológicas y climáticas predominantes.

### **2.1.3 Características Físicas y Químicas de los Granos:**

- **Ser vivo:** los granos son seres vivos y, como tal, ellos respiran, liberan gas carbónico (CO<sub>2</sub>), agua y calor. En función de la humedad, este proceso ocurre de forma más o menos

intensa. Este comportamiento dificulta el almacenamiento de los granos y perjudica la masa almacenada, por encima de una determinada humedad, se acelera en mutuo el proceso respiratorio y la temperatura aumenta, comprometiendo su conservación.

- **Reacciones químicas:** los componentes orgánicos de los granos, como los hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, enzimas, etc., por el proceso de oxidación reaccionan con el oxígeno del aire y liberan gas carbónico. Esas reacciones oxidan los carbohidratos y las grasas produciendo también gas carbónico, agua, y liberan calor, siendo la característica porosa de los granos lo que facilita el proceso. Correcto será mantener los granos en actividad respiratoria mínima, y para esto, bajar la humedad y la temperatura.
- **Humedad:** los efectos de la humedad se revelan con el aumento de la intensidad respiratoria. La actividad fúngica y como consecuencia el aumento de la temperatura.
- **Temperatura:** la temperatura en parte nos ayuda, pues a través de su elevación, identificamos y localizamos problemas: humedad, hongos y calor. Exactamente como el cuerpo humano, la existencia de alguna anomalía generalmente es acompañada de una elevación de la temperatura que nos alerta y permita un tratamiento. **(Weber, 1989)**

#### 2.1.4 Fisiología

**Reyes (1993)**, menciona que la fisiología del maíz está determinada, en gran medida, por el factor genético. La forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales, sólo hasta cierto punto.

Bajo condiciones apropiadas de temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los seis días posteriores a la siembra. No requiere de luz para germinar y, en general, no presenta problemas de latencia o dormancia.

El cambio de la fase vegetativa a la fase productiva se produce más temprano, cuando el periodo de cultivo coincide con días cortos. Durante días largos, el maíz florece tardíamente.

La floración es afectada por la temperatura. Temperaturas superiores a 30°C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Bajo condiciones de temperaturas menores de 20°C, la inflorescencia femenina aparece más temprano que la masculina.

La disposición floral favorece una polinización cruzada. Bajo condiciones normales, la autofecundación es alrededor de 55 días. La diseminación del polen se efectúa por medio del viento, la gravedad y las abejas.

La duración del ciclo de vida del maíz depende de las condiciones genéticas, aunque también del ambiente. Periodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana.

## **2.2.- Área Cultivada y Producción de Maíz Amarillo Duro en el Departamento de Piura**

El Ministerio de Agricultura, a través de la Dirección de Promoción Agraria, está desarrollando en la Región Piura una intensa campaña de promoción de la siembra de Maíz Amarillo Duro. Como podemos observar en los cuadros N° 02 y 05 la superficie sembrada es de 20 385.0 y 16 424.0 Ha. Y el promedio del rendimiento es de 3 846 y 3 982 Tm para los años 2002 y 2003 respectivamente. A partir de 17, 885 Ha

en el 2002 y de 14,541 Ha en el 2003 de superficie cosechada mensual de maíz amarillo duro como se aprecia en el cuadro N° 03.

La producción de maíz amarillo duro recogidas en el cuadro N° 04 es para el consumo de mercado interno y los mercados externos de tumbes y Lambayeque principalmente que hace un 20% de la producción total, no existiendo otros registros. **(Ministerio de Agricultura 2003).**

Comparando la siembra con la cosecha no se encuentra una equidad por múltiples razones tales como: escasez de agua ocasionado por la sequía en el departamento de Piura; otro de los factores que influenciaron la pérdida de áreas cosechadas es el manejo agronómico (control de malezas y el control fitosanitario), también existe el problema adquisitivo por parte de los productores de maíz en la zona.

**Cuadro N° 02: Superficie sembrada mensual de Maíz Amarillo Duro (Ha) en el departamento Piura campaña 2002/2003**

	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Enero	1,680	2,353
Febrero	301	1,147
Marzo	73	136
Abril	468	5
Mayo	711	565
Junio	5,007	1,849
Julio	4,712	3,550
Agosto	947	1,283
Septiembre	1,059	879
Octubre	1,133	388
Noviembre	508	275
Diciembre	3,786	3,994
<b>TOTAL</b>	<b>20,385</b>	<b>16,424</b>

Fuente: Direcciones regionales y subregionales de agricultura. (2003)

**Cuadro N° 03: Superficie cosechada mensual de Maíz Amarillo Duro (Ha) en el departamento Piura campaña 2002/2003**

	2002	2003
Enero	1,527	2,133
Febrero	286	997
Marzo	67	108
Abril	316	4
Mayo	590	403
Junio	3,965	1,628
Julio	4,585	3,372
Agosto	812	1,154
Septiembre	879	755
Octubre	972	305
Noviembre	477	137
Diciembre	3,409	3,545
TOTAL	17,885	14,541

Fuente: Direcciones regionales y subregionales de agricultura.(2003)

**Cuadro N° 04: Producción mensual de Maíz Amarillo Duro (Tm) En el Departamento Piura Campaña 2002/2003**

	2002	2003
Enero	6,515	11,377
Febrero	985	5,099
Marzo	282	487
Abril	1,289	16
Mayo	2,258	1,524
Junio	11,084	5,078
Julio	13,981	13,030
Agosto	2,615	4,412
Septiembre	3,672	2,848
Octubre	4,171	922
Noviembre	2,001	523
Diciembre	15,659	12,868
TOTAL	64,512	58,184

Fuente: Direcciones regionales y subregionales de agricultura. (2003)

**Cuadro N° 05: Rendimiento promedio mensual de Maíz Amarillo Duro (Tm) en el departamento Piura campaña 2002/2003.**

	2002	2003
Enero	4,267	5,334
Febrero	3,444	5,114
Marzo	4,209	4,509
Abril	4,079	4,000
Mayo	3,827	3,782
Junio	2,795	3,119
Julio	3,049	3,864
Agosto	3,220	3,823
Septiembre	4,177	3,772
Octubre	4,291	3,023
Noviembre	4,195	3,818
Diciembre	4,593	3,630
PROMEDIO	3846	3982

Fuente: Direcciones regionales y subregionales de agricultura. (2003)

### **2.3.- Adaptación y Requerimiento Ambiental del Cultivo**

#### **2.3.1 Clima**

El maíz es el cereal que se encuentra más ampliamente distribuido en nuestro territorio, debido a que existe una extraordinaria diversidad de tipos con adaptación a todas las condiciones climáticas, cultivándose en tres regiones naturales, desde el nivel del mar hasta altitudes de 4000 m.s.n.m.

Las variedades más productivas se adaptan mejor a climas templados o cálidos con suficiente humedad desde la siembra hasta el fin de la floración. La temperatura para el desarrollo del cultivo está entre 13°C y 30° C; temperaturas que se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo de maíz.

#### **2.3.2 Suelo**

La planta de maíz se adapta a distintos tipos de suelos; sin embargo, se desarrolla mejor en suelos de textura media, bien

drenados, aireados y profundos. Las raíces del maíz llegan a más de 2.50 m de profundidad si el suelo y la humedad lo permiten; por lo tanto la profundidad media del suelo destinado al cultivo de maíz, debe ser en lo posible de 0.50 a 1.0 m, si se quiere obtener buenos rendimientos. Los suelos pocos profundos y muy sueltos obligarán a realizar riegos más frecuentes. El maíz requiere preferentemente suelos neutros, pudiendo desarrollar en un rango de pH 5.5 hasta 8.0. Tolerancia a la salinidad hasta 8.0 mmhos/cm.

### **2.3.3 Crecimiento y Desarrollo de la Planta**

El conocimiento de la forma como crece, desarrolla y funciona la planta de maíz permitirá un criterio más preciso sobre el efecto y utilización de los principales factores que afectan el rendimiento final del maíz.

El ciclo vegetativo del maíz, de siembra a cosecha, puede considerarse dividido en las fases o etapas siguientes:

- Siembra a emergencia
- Crecimiento vegetativo inicial lento
- Crecimiento vegetativo rápido hasta floración
- Polinización y fertilización
- Producción de grano (desde fertilización hasta máximo peso seco del grano o madurez fisiológica)
- Secado del grano y planta (madurez de cosecha)

**Manrique et al (1993)**

### **2.4.- Siembra y Labores Culturales**

**Reyes (1993)**, menciona que una buena siembra es uno de los requisitos fundamentales para obtener una buena cosecha. Por eso, antes de sembrar se deben considerar diversos aspectos, tales como el tipo de semilla, la época, la densidad y los métodos de siembra.

### **2.4.1 Semillas**

**Moran (1994).** En el mercado existe una gran variedad de semillas mejoradas y certificadas. La semilla certificada garantiza al comprador la variedad a que pertenece, un 85% de germinación, un 90% de pureza y la seguridad de que está tratada con fungicidas, que previenen enfermedades. Si el productor no puede comprar esta semilla, debe seleccionar la mejor de la cosecha anterior.

### **2.4.2 Época de Siembra**

**Manrique et al (1993),** menciona:

Para la cosecha tenemos dos épocas de siembra:

Siembra de invierno: Comprende de abril hasta agosto, siendo junio el mes más adecuado.

Siembra de verano: Desde noviembre hasta febrero.

Aunque se puede sembrar maíz durante todo el año, Estas dos épocas son las más adecuadas. En la costa norte no es muy recomendable la siembra en verano por lo problemas fitosanitarios y el exceso de temperatura. En la costa central, hay una marcada variación del clima, conforme nos alejamos del litoral, a partir de los 600 m.s.n.m. se presenta un clima de mayor temperatura y radiación solar, lo que causa una variación en el tipo de semilla a utilizar.

### **2.4.3 Densidad de siembra**

La densidad de siembra es el número de plantas por hectárea a establecerse en el terreno. Una densidad óptima permite un mejor aprovechamiento del sol, del agua, nutrientes del suelo y competencia con las malezas. La siembra puede efectuarse a piquete con lampa o a máquina. Si la siembra se hace a máquina debe colocarse 5 a 7 semillas por metro lineal. Mayormente se utiliza la siembra a piquete, colocando la semilla en la costilla del surco.

- Distanciamiento entre surcos: 0.75 a 0.90 m.
- Distanciamiento entre golpes: 0.35 a 0.40 m.
- Semillas por golpe: 2 – 3 unid.
- Profundidad de siembra: 1.5 cm.
- Plantas por hectárea: 63,000 a 80,000 unid.

Es importante cumplir con estos distanciamientos a fin de obtener un adecuado número de plantas por hectárea, de esto depende en gran medida que obtengamos buenos rendimientos pues a mayor número de plantas tendremos mayor número de mazorcas por cosechar. **Ministerio de Agricultura (2003)**

#### **2.4.4 Control de malezas**

El deshierbe consiste en eliminar las plantas que están en exceso, dejando solo dos plantas por golpe. Esta práctica debe realizarse cuando las plantas tengan 10 a 15 cm. de altura. Para el control de malezas debemos evitar que las plantas de maíz tengan competencia con las malas hierbas, especialmente durante los primeros 30 a 35 días de edad del cultivo. Un terreno bien machacado y bien preparado permite retrasar el primer riego y es un excelente medio de control de maleza. Por lo general las malas hierbas se eliminan, efectuando cultivos a caballo seguido de deshierbo a lampa también se puede hacer el control químico mediante la aplicación de herbicidas. **Ministerio de Agricultura (1993)**

#### **2.5 Manejo de la Fertilización**

Las plantas para crecer y producir cosechas necesitan de ciertos nutrientes conocidos como elementos esenciales. Estos nutrientes son tomados por la planta a través del agua, del aire y del suelo. Los nutrientes que están en el aire y en el agua son tomados libremente, los que están en el suelo son tomados disueltos en el agua del suelo. Los

de mayor requerimiento por las plantas son el nitrógeno, el fósforo y el potasio. El agricultor maneja la nutrición del cultivo por medio del abonamiento orgánico y mineral. **Manrique et al (1993)**

El ritmo de extracción de nutrientes del suelo por el maíz, a lo largo del ciclo del cultivo, está estrechamente relacionado con la acumulación de materia seca en la planta. En las primeras fases del crecimiento vegetativo las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio extraídas por la planta son pequeñas. Posteriormente tiene lugar una absorción muy rápida de estos nutrientes durante el estado vegetativo tardío, en la formación del tallo, y durante el llenado del grano. La absorción de nitrógeno por la planta continúa hasta prácticamente cerca de su madurez, mientras que la absorción de potasio finaliza en la fase de aparición de las sedas, como se muestra en el cuadro N° 06. El nitrógeno y el fósforo absorbidos en el periodo vegetativo y en la floración son transferidos, en su mayor parte, desde las hojas, tallos y panículas al grano. **López (1991)**

**Cuadro N° 06: Absorción de Nutrientes en los Distintos Estados de Desarrollo del Maíz (en % de la cantidad total absorbida)**

Periodo	Nutrientes		
	N	P	K
Emergencia (8 hojas)	2	1	4
8 hojas a 15 días de la floración	38	27	66
Floración (+ ó - 15 días)	47	46	30
Maduración	13	26	0

Fuente: López (1991)

### 2.5.1 Fertilización orgánica

**Pineda (1996)**, menciona que son aquellos productos que proceden de deyección o residuos de animales o vegetales; aquí están todos los estiércoles o guanos, están los rastros de cosecha, los abonos verdes (leguminosas que se siembran y se

entierran en la floración), desechos de algunas industrias (del aceite, de los vinos, de la caña de azúcar, etc.).

También están los "compost" que resultan de un proceso de fermentación de estiércol con rastrojo, etc. La principal ventaja de estos abonos es sus efectos mejorados de las características físico- mecánicas y biológicas (población microbiana) de los suelos.

Estudios realizados plantea que las dosis mínimas de aplicación que deben emplearse son:

- **Primer abonamiento:** Siendo el humus de lombriz un abono orgánico, su aplicación debe ser lo más temprano posible, a la siembra o hasta los 10 a 15 días, a más tardar (después del aclareo). De 5 a 10 Tn. por hectárea.
- **Segundo Abonamiento:** debe efectuarse como máximo a los 45 a 50 días después de la siembra, utilizando 5 a 10 Tn. De humus por hectárea. Se puede efectuar a piquete o boleando en bandas para luego taparlo con el aporque.
- **Aplicaciones Foliares:** Se recomienda hacer como mínimo 4 a 5 aplicaciones foliares para llegar a la cantidad de nitrógeno necesario que pueda disponer la planta y de absorción más directa. La dosis sugerida es de 50 kg. De humus de lombriz para 200 litros de agua para una hectárea que se denomina como café de humus, esto debe dejarse reposar como mínimo 24 horas antes de la aplicación. La distribución de las aplicaciones es 10, 20, 30, 40 y 50 días después de la siembra respectivamente.

### 2.5.1.1 Humus de Lombriz.

Según **Buckman (1987)**, Es una sustancia coloidal, pero a diferencia coloide del suelo es amorfo y no cristalino. No obstante, su superficie y capacidad de absorción exceden en mucho a las presentadas por cualquiera de las arcillas.

El humus de lombriz producido es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. Es totalmente natural, mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades y ninguna contraindicación. En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, cinc, carbono, etc., en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno.

El humus de lombriz debe siempre aplicarse en forma localizada, ninguna manera volearse, como se hace todavía con el estiércol; excepto en pequeñas áreas de hortalizas cuando estas también hayan sido sembradas al voleo. Si el cultivo es distanciada, por golpes, entonces aplicar humus de lombriz entre golpe y golpe. En cualquier caso, siempre abonar con humus de lombriz cuando el terreno esté húmedo (a punto). **Chanduvi (2002)**.

### **a). Características Fisicoquímicas del Humus**

pH	:	6.5
Ceniza	:	18.25%
Humedad	:	36.50%
Mat. Orgánica	:	32.45%
Nitrógeno Total	:	1.65%
Fósforo Total	:	0.67%
Potasio Total	:	0.84%
Ác. Húmicos	:	5.20%
Ác. Fúlvicos	:	2.10%
Magnesio Total	:	0.20%
Calcio Total	:	2.10%
C.I.C.	:	75.50 meq/100g
C.E.	:	3.50 mMhos/cm

**Fuente:** U.N.A. La Molina (1996)

### **b). Utilización como abono**

- Favorece la circulación del agua y el aire. Las tierras ricas en Humus son esponjosas y menos sensibles a la sequía.
- Facilita la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata.
- Tiene capacidad de taponamiento, por lo que en su presencia los terrenos ligeramente ácidos o básicos, tienden a neutralizarse.
- Su pH neutro permite aplicarlo en contacto con la raíz, de forma que evita en un 100% el shock del transplante y facilita la germinación de las semillas.
- Contiene sustancias fitoregulatoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas.
- El conjunto de todas las propiedades descritas, hacen que con su aplicación, mejore la estructura y

equilibrio del terreno y aumente su capacidad de producción.

- Además de nutrientes y hormonas vegetales, este humus posee una importante carga bacteriana que degrada los nutrientes a formas asimilables por las plantas. También se incrementa la cantidad de ácidos húmicos.
- El estiércol de estas lombrices tiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol bovino.

### **2.5.2 Fertilización Inorgánica**

Por lo general se llaman fertilizantes a aquellos productos minerales (extraídos de yacimientos o fabricados) que abastecen de nutrientes a las plantas; esto se da luego de un proceso mecánico (molienda, tamizado, etc.) se aplican directamente a los cultivos; o también son producto de procesos industriales que implican reacciones fisicoquímicas. **Pineda (1996)**

**Ministerio de Agricultura (1993).** Menciona que los maíces híbridos tienen una buena asimilación de nutrientes y son muy exigentes en la fertilización para producir bien. Como mínimo, por cada hectárea de maíz se recomienda el siguiente programa de fertilización:

- **Primer abonamiento:** debe efectuarse como máximo a los 15 días de la siembra utilizando:
  - Urea: 3 - 4 bolsas de 50 Kg./Ha.
  - Fosfato diamoniaco: 1 - 3 bolsas de 50 Kg./Ha.
  - Sulfato de potasio: 1 - 2 bolsas de 50 Kg./Ha.

Se debe mezclar bien los fertilizantes y abonar a piquete colocando el abono a 10 cm del pie de la planta hacia el

surco o hacia los costados. No colocar el fertilizante en el lomo. Hay máquinas que rayan, siembran y abonan, sería lo más recomendable.

- **Segundo Abonamiento:** debe efectuarse como máximo a los 45 a 50 días después de la siembra, utilizando 3 – 5 bolsas de urea por hectárea. Se puede efectuar a piquete o boleando en bandas para luego taparlo con el aporque.

### **2.5.2.1 Características Fisicoquímicas de la Urea**

Según Villagarcía (1998)

Fórmula Química:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Ley: 45% (granulado) y 46% (cristalino)

Tipo de Abono: Abono simple, nitrogenado, amoniacal.

#### **a). Propiedades Físicas.-**

- **Aspecto:** La urea no condicionada se presenta en forma de polvo blanco, cristalizado, ligero con un 46% de nitrógeno (producto en forma pura), también se presenta en forma granulada, de perlas de 1 a 2 mm de diámetro con un 45% de N.
- **Densidad:** La fórmula presenta una densidad baja: 50 Kg. Ocupa un volumen de 73 litros.
- **Solubilidad:** se disuelve totalmente en el agua sin dejar residuos insolubles, con un descanso marcado de la temperatura (calor de disolución en el agua: 57.8 cal/gr.). Cien litros de agua disuelven 67 Kg. A 0°C y 105 Kg. A 20°C.
- **Higroscopicidad:** a 20°C=20.0 (aumenta con temperatura). A 30°C = 27.0.
- **Reacción del abono:** Ácida. Índice acidificación = 80.
- **Salinidad:** Índice de salinidad = 75

**b). Propiedades Químicas.-** Pueden dar lugar a numerosos, ya por autocondensación, ya por unión con otros minerales u orgánicos.

Con los ácidos forma sales, tales como los nitratos, sulfatos, etc.

**c). Utilización como abono**

**Según Infoagro (2003)**

- Es un abono nitrogenado, de alta concentración y de fácil conservación.
- La urea no es fijada directamente por el poder absorbente pero se descompone rápidamente por hidrólisis enzimático en gas carbónico y amoniaco, que es retenido por el suelo.
- La descomposición se realiza por una descomposición enzimática, que dura 03 días en tierras gumíferas y 08 días en suelos secos pobres en materia orgánica.
- Mientras no sufra ninguna modificación, la urea se difunde libremente y llegado el caso se desplaza como un nitrato, lo que asegura su buena distribución en el suelo.
- En la nitrificación del amoniaco desprendido por la urea influyen la naturaleza del suelo y la temperatura. En suelos ácidos, su nitrificación es más rápida la del sulfato de amonio debido a la elevación del pH consecutiva a la hidrólisis.
- Puede utilizarse en todos los cultivos. Es un buen abono para las plantas un poco delicadas, tales como tabaco, cultivos hortícolas y flores.

## **2.6.- Cosecha**

Existe un tiempo óptimo de cosecha, que depende de la madurez del grano y de las condiciones del clima. Esto tiene un efecto importante en

la calidad del grano durante su almacenamiento. A menudo la cosecha antes de que el grano esté totalmente maduro y se extiende hasta que los hongos e insectos ya hayan causado un gran daño. El grano que no está totalmente maduro contiene más humedad y se deteriora con mayor facilidad, debido a que el sistema enzimas permanece activo. El grano que queda en el campo después de maduro está expuesto a las condiciones del clima lo que puede romperlo y aumentar la probabilidad de que los insectos lo dañen, sobre todo en el caso del maíz y arroz. El maíz se cultiva con diferentes propósitos, tales como producción de forraje verde y ensilaje para el consumo animal, producción de granos secos, o como hortaliza en forma de elotes para el consumo humano. **ITDG (1998).**

Según indica **Infante (2003)**, la cosecha estimado por el método visual (verificar la aparición de la capa negra en la base del grano de maíz), reporta que la madurez fisiológica se da alrededor del 30% de humedad ocurriendo esto entre 110 a 120 días después de la siembra. También nos reporta que el contenido de almidón es de un promedio de 62%.

### **2.6.1. Cosecha de Maíz para Grano**

La mayor área del cultivo de maíz es dedicada a la producción de grano. El estado de cosecha se determina cuando las hojas de la planta muestran un amarillento intenso, seguido de un secamiento paulatino de las hojas inferiores a las superiores.

La madurez fisiológica del maíz se encuentra cuando el grano ha acumulado el máximo de materia seca y se encuentra a 35 a 40% de humedad. En este estado el grano presenta un aspecto ceroso y el endospermo completamente duro y entre la base del grano y el pedicelo aparece una mancha negra. La cosecha se debe iniciar cuando las plantas presentan las hojas inferiores secas y el grano tiene 25 a 35% de humedad, con el consecuente beneficio de reducir el número de plantas quebradas, disminuye el número

de mazorcas caídas en el campo y elimina el daño causado por insectos y hongos en los granos.

En la región de la costa, el cultivo de maíz es más extenso y en base a maíces amarillos duros, siendo su cosecha o picado a mano, cuando el cultivo está completamente seco, con 18 a 25 % de humedad en el grano, utilizando “ganchos despancadores” o “picadores” con las que abren las pancas y extraen la mazorca limpia. Luego las mazorcas son llevadas a las colcas preparadoras en el mismo campo. Donde son secadas por acción directa del sol. Este proceso es muy lento debido a la alta humedad ambiental y pocas horas de sol. Cuando el grano ha alcanzado el 16 a 14% de humedad se procede al desgrane con máquinas desgranadoras. **Manrique (1997)**

### **2.6.2 Desecación y almacenamiento de granos**

Después del desgrane de las mazorcas, mediante máquinas desgranadoras o cosechadoras combinadas de maíz, los granos se almacenan bajo cobertizos temporales o en depósitos permanentes como los silos. Estos almacenes proveen secado natural o artificial.

Almacenamiento temporal con techo de paja. Se colocan los granos en sacos sobre plataformas o parihuelas de madera, que permitan una buena aireación interior. El depósito debe estar provisto de una cerca de malla, para proteger los granos de la acción de los pájaros y roedores. Cobertizo temporal de plástico, equipado con un sistema de ventilación forzada, para el secado de los granos. Esto para proporcionar una adecuada aireación y para facilitar su transporte interior por medio de montacargas. En el caso de almacenamiento a granel, se usan silos de granos. Estos silos están provistos de equipos para la carga y descarga

mecánica. Los silos deben contar también con equipo para la desecación artificial de los granos.

## **2.7.- Formación del Grano de Maíz**

La duración del período de formación del grano es de aproximadamente 50 días. La evolución de su humedad está estrechamente ligada a la suma de temperaturas recibidas por la planta después de la floración. Los asimilados utilizados para el llenado del grano provienen de la actividad fotosintética de las hojas activas durante este período, y también de las reservas acumuladas precedentemente en los tallos, las raíces y el zuro. Su movilización contribuye al rendimiento en una proporción que difiere con las variedades y las condiciones del medio. Tal movilización de reserva es progresiva y el contenido de materia seca de la planta entera aumenta en igual medida que las transferencias.

Los asimilados llegan al grano en forma de compuestos solubles en agua, desde la base del mismo hasta la extremidad distal, a través de la periferia bajo el pericarpio. Las moléculas de glúcidos se fijan sobre los amiloplastos donde se transforman en almidón. Esta acumulación comienza en el ápice del grano y progresa hacia su base, donde reencuentran los tejidos más húmedos. Esta evolución es visible al exterior y corresponde a la línea de llenado que puede apreciarse en los granos. Los glóbulos de almidón se unen entre sí por una trama de proteínas, en la cual la densidad determina el tipo de albumen, vítreo o farináceo. Las proteínas por otra parte, se depositan en las capas de aleurona bajo el pericarpio.

En el periodo de llenado de grano tienen lugar diferentes estados:

- Estado lechoso, el grano alcanza el tamaño y forma definitiva y tiene color amarillo pálido.
- Estado lecho a pastoso, permanece el color amarillo pálido del grano, que se aplasta fácilmente. Su humedad está comprendida entre el 50

– 60 % y el contenido de materia seca de la planta es entonces del 25%. Las hojas y las estacas están aun verdes.

- Estado pastoso a duro, el grano de color amarillo comienza a endurecerse pero se ralla con la uña, su humedad es alrededor del 45 – 50 % y la materia seca de la planta es de alrededor del 30%. Las hojas de la base y las espigas comienzan a secarse.
- Estado vítreo, el grano está duro y no se ralla con la uña, siendo su humedad inferior al 40 % y la materia seca de la planta superior al 35%. Las hojas inferiores a la espiga y las espigas están secas.
- Madurez completa, la humedad de grano es inferior al 35% y la materia seca de la planta superior al 45%. La planta entera está seca. **López (1991).**

## **2.8.- Valor Nutricional del Maíz**

Existe un número considerable de datos sobre la composición química del maíz y múltiples estudios han sido llevados a cabo para tratar de comprender y evaluar las repercusiones de la estructura genética del número relativamente elevado de variedades de maíz existentes en su composición química, así como la influencia de los factores ambientales y las prácticas agronómicas en los elementos constitutivos químicos y en el valor nutritivo del grano y sus partes anatómicas. La composición química tras la elaboración para el consumo es un aspecto importante del valor nutritivo, y en ella influyen la estructura física del grano, factores genéticos y ambientales, la elaboración y otros eslabones de la cadena alimenticia.

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la

deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina. Un hecho mucho menos conocido es que algunos cereales contienen un exceso de ciertos aminoácidos esenciales que influye en la eficiencia de la asimilación de las proteínas. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales, pero menos evidentes. (FAO. 1993)

### **2.8.1. Calidad del Grano de maíz**

La calidad del grano de maíz está asociada tanto con su constitución física, que determina la textura y dureza, como con su composición química, que define el valor nutricional y las propiedades tecnológicas. La importancia relativa de estas características resultará del destino de la producción. Los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteínas, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes, y paulatinamente se reduce la tolerancia a sustancias contaminantes. Para las industrias que emplean grano de maíz, su calidad y propiedades tecnológicas son una preocupación fundamental. Se requieren granos sanos, limpios, uniformes de tamaño, textura y color. Por su parte, las empresas semilleras realizan, en una marca de alta competitividad, grandes inversiones para poner al alcance del productor nuevos híbridos que cubran los requerimientos del mercado y de la industria. En este contexto, a la hora de tomar la decisión de siembra, el productor deberá decidir acerca de la posibilidad de realizar producciones específicas de acuerdo con la demanda de la industria, pudiendo hacer contratos directos con las empresas del sector con precios superiores a los del mercado a granel. **Manrique (1997).**

## 2.8.2. Elementos Nutritivos

El grano maduro de maíz está integrado por distintos tejidos que conforman: el germen o embrión (12 %), responsable de formar una futura nueva planta; el endosperma (82 %), estructura de almacenamiento del grano que constituye su principal reserva energética; y el pericarpio o cubierta del grano (5 %), que protege a la semilla de la entrada de hongos y bacterias antes y después de la siembra. El restante 1 % corresponde a los restos del pedicelo en la base del grano.

La semilla es una cariopsis. Sus constituyentes en promedio son:

- a). **Carbohidratos**: El endospermo está constituido en un 74% por hidratos de carbono en forma de almidón con un 70 %, azúcares 1,46% y fibra 2%. El almidón en los maíces corrientes duros, semiduros o amiláceos está constituido por dos tipos de almidón, un 75% de amilopectina, con una estructura molecular ramosa y un 25% de amilosa, en una estructura molecular de cadena simple. En menor proporción acompañan al almidón monosacáridos, como pentosas con un 10% en los dulces y 6% en los cristalinos y amiláceos, así como, pentosas con un 9% en los dulces y 5% en los cristalinos y amiláceos.
- b) **Proteína y aminoácidos**: El contenido de proteína en los granos de los maíces peruanos es generalmente bajo, fluctuando entre el 5 y 8%, de los cuales del 50 al 75% se encuentran en el gluten o almidón córneo del endospermo y el resto en el embrión. Los maíces duros o cristalinos contienen valores superiores en proteínas, en tantos que los amiláceos son inferiores, siendo los dulces (chullpi) los que tienen valores más altos en proteínas 8.7%.

El maíz contiene tres tipos de proteínas: a) las prolaminas, solubles en alcohol y que forman la zeína, localizadas

mayormente en el endospermo; b) globulinas, solubles en soluciones de sales neutras, constituidas por lisina, triptofano que se encuentran mayormente en el embrión; y c) gluteínas, localizadas en el endospermo. La zeína es una proteína deficiente en aminoácidos esenciales: lisina y triptofano y aporta más del 50% de las proteínas totales del grano, constituyendo así una proteína de muy baja calidad nutritiva.

- c).- **Grasa:** El grano de maíz contiene en promedio el 4,7% de grasa y están localizadas en un 85 % en el embrión; y por prensado se extrae el aceite de maíz. Está constituido por ácidos grasos no saturados, principalmente, el ácido linoleico con un 50%, luego el oleico con 34%; y en menor porcentaje el palmítico, esteárico, araquidónico, fórmico, acético, caproico, caprílico, etc.
- d) **Elementos minerales:** Los diferentes tipos de granos de maíz tienen un contenido promedio de 1,5% de ceniza, de la cual cerca del 80% se encuentra en el embrión y el 20% en el endospermo. Entre los elementos que se encuentran en mayor proporción en ella, están el fósforo, en 0.30%, y el potasio en un 0.35% y en menor proporción, el calcio en 0.10%, el magnesio en 0.08% y el hierro con 0.003.
- e) **Vitaminas:** El grano de maíz es un fruto con cantidades apreciables de vitaminas, las cuales varían según el tipo de endospermo duro o amiláceo y según sea este blanco o amarillo. Las vitaminas están localizadas mayormente en el embrión o en las capas de aleurona, situadas en la parte exterior del endospermo, inmediatamente de bajo del pericarpio.

Entre las vitaminas que mayormente se encuentran en el grano de maíz amarillo están los carotenoides, en un 6%, y constituyen la fuente de la provitamina A, la cual es fácilmente convertida por el organismo animal en vitamina A. Otras vitaminas de alto valor nutricional que contiene el grano, son las que conforman el complejo B, con un promedio de 4 mg por gramo, tanto en maíces blancos como en amarillos; la B2 (riboflavina), se encuentra en menor cantidad 0.6 mg por lb con ciertas variaciones entre los diferentes tipos de endospermo.

La vitamina PP (Niacina: ácido nicótico), está relacionado con la pelagra, debido al alto contenido en proteína de mala calidad (zeína). Está localizada con un 66% en las capas de aleurona y se encuentra en un promedio de 21 mg por gramo. En muy pequeñas cantidades se encuentra la vitamina C (ácido ascórbico), en maíces en estado verde o en choclo (0.14 mg por g) y la vitamina E (tocoferol B y R) en un promedio de 11.21 mg por lb. **Manrique (1997)**

### **2.8.3 Importancia del porcentaje de proteínas en el grano**

Las variaciones climáticas y las condiciones de cultivo determinan modificaciones en el porcentaje de proteínas del grano. Varios autores hallaron que una buena nutrición nitrogenada en maíz aumenta la densidad del grano, reduciendo la susceptibilidad al quebrado, por lo tanto más resistente al manejo pos cosecha como las operaciones unitarias de transporte y trillado o desgranado. Ello se produce como consecuencia del mayor contenido de proteína, especialmente de zeína presente en el endospermo córneo, y del incremento de la proporción de este tipo de endospermo. **Araya (1996)**

**Cuadro N° 07: Características Geométricas del Maíz**



Descripción	Unidad	Cantidad
Longitud (L)	mm	5.5-13.5
Anchura (b)	mm	5.0-11.0
Espesor (d)	mm	2.5-8.0
Volumen (V)	mm <sup>3</sup>	140-260
Superficie (A <sub>G</sub> )	mm <sup>2</sup>	80-145
Esfericidad $\psi$		0.55-0.80
Relación V/ A <sub>G</sub>	mm	0.70-0.90

Fuente: Tscheuschner (2001)

## 2.10. Calidad del maíz para la industria

La industria en los países desarrollados emplea el maíz en casi un millar de aplicaciones diferentes fundamentadas en la composición química del grano. Por ejemplo, podemos encontrarlo tanto en la polenta, como en plásticos biodegradables. La calidad tecnológica de un grano varía según el destino de la producción, y está relacionada con la calidad nutricional del grano, la técnica de transformación y fabricación industrial. Para la industria de la molienda seca se necesitan granos de maíces duros, ya que en esta industria importan la dureza del endospermo y la relación de tamaños de partícula que resulta de la molienda.

La calidad exigida fundamentalmente en el rendimiento en grandes proporciones de fracciones gruesas, inclinándose por el tipo colorado duro. La industria de la molienda húmeda tiene exigencias de calidad algo diferentes de los de la molienda seca, inclinándose por los tipos de maíz dentado, ya que exigen menor tiempo de maceración en los procesos de extracción. Se requieren, entonces, maíces con elevado contenido de almidón, importando especialmente su pureza y su eficiencia de recuperación, y granos con alto contenido de aceite o de proteína. **Llanos (1994)**

## **2.11. Usos del maíz**

El maíz es una de las plantas que es usada íntegramente por el hombre. Actualmente, se ha constituido como una importante fuente de materia prima para la obtención de subproductos utilizados en la alimentación humana, animal y en la fabricación de artículos de primera necesidad o suntuarios, cuyo número depende del grado de industrialización de cada país. Por su variada utilización se ha denominado Rey Dorado en la agronomía moderna.

El principal destino del maíz es su uso en la alimentación animal (las 2/3 partes de la producción mundial). Además, a partir de maíz se obtienen harinas, sémolas, almidones, edulcorantes, alcohol industrial, bebidas alcohólicas, "tortillas", "snacks", alimentos para desayunos y otros productos. La mayor parte de maíz que se destina a alimentación humana se procesa por molienda, sea por vía seca o por vía húmeda.

La utilización del maíz puede enfocarse desde cuatro puntos de vista: humano, animal, industrial y agronómico (como semilla).

### **2.11.1 Maíz para Alimentación Humana**

#### **a) Utilización directa**

Para el comercio a granel, es importante tener en cuenta la resistencia del grano al quebrado en la manipulación postcosecha determina la calidad para la conservación y los usos posteriores. La dureza del endosperma está directamente asociada con dicha resistencia. Aquí se tiene en cuenta un factor muy importante como es el almacenamiento, para lo cual el contenido de humedad esté por debajo del 13%, la temperatura ambiente no alcance los 14°C y la humedad relativa ambiental sea inferior al 60%. Cuando las condiciones de depósito son inadecuadas, se producen alteraciones y elevadas pérdidas por autocalentamiento,

acción enzimática, infestación por parásitos e infección por microorganismos. **Callejos (2002)**

El maíz es utilizado en alimentación humana en forma directa. Se utilizan las cañas para mascar o extraer el jugo azucarado, calmando la sed de los hombres de campo; al igual que las mazorcas tierna, antes de la fecundación de la oosfera por el grano de polen como pickles, o cuando han alcanzado el máximo de materia seca y el endosperma se encuentra lleno de un jugo lechoso, constituido por azúcares solubles usadas para el consumo, ya sean sancochadas, como choclo, en grano precocido, en conservas o frisados.

El grano maduro y seco de los maíces amiláceos constituye el alimento básico del poblador campesino. Como tostado o cancha, reemplaza el pan, sancochado, mote es un complemento de las comidas matutinas. En América, el poblador peruano es uno de los que mejor utiliza el grano de maíz amiláceo en su dieta diaria desde una simple cancha o mote hasta los exquisitos platos: tamales, humitas, sopas, pepián, pasteles, mazamoras, y otras que hacen la delicia del paladar más exigente, teniendo como complemento la chicha morada como refresco y la de jora como bebida fermentada con 4° de grado alcohólico, considerada como la bebida nacional. Es usada como refresco y alimento por el campesino en sus jornadas de su trabajo cotidiano.

Las barbas de choclo también son muy usadas en la preparación de emoliente, con propiedades diuréticas; al igual que los granos de polen como fortificantes. **Manrique (1997)**

### **b) Maíces de alta calidad proteica**

Estos últimos años la propagación y utilización de los maíces opaco -2 y harinoso – 2, de alta calidad proteica, es fácilmente admitida por nuestro poblador de la sierra, debido a que el tipo de maíz que usa, no presenta ninguna diferencia con el opaco -2. Con el empleo de este maíz se beneficia con una dieta de alta calidad nutritiva, que le ayuda a obtener un mejor desarrollo físico y mental.

El maíz opaco – 2 tiene la ventaja, sobre los maíces comunes de presentar en el endospermo del grano un alto contenido de los aminoácidos lisina y triptófano, propios de los alimentos de alta calidad proteica como carne, huevos y leche, en vez de zeína que es proteína de muy baja calidad. **Manrique (1997)**

### **c) El maíz en la panificación**

Los resultados de estudios experimentales con maíces comerciales de diferente textura de endospermo, actualmente en uso por nuestros agricultores, los maíces ofrecen una buena alternativa panadera en sustituciones del 15 y 16 % de harina de maíz. En la panificación se ha llegado a determinar la posible sustitución de un porcentaje de la harina de trigo por la de maíz hasta en un 20%, sin que modifique su calidad panadera.

## **2.11.2. Maíz para alimentación animal**

**Alimentación animal** Para piensos se emplea el grano entero y constituye un ingrediente fundamental, principalmente en dietas de engorde acelerado de pollos, por su alto contenido energético. El elevado contenido de colorantes carotenoides del maíz amarillo (10 – 30 ppm de xantofilas y de 1 – 4 ppm de carotenos) es un

factor importante para obtener la adecuada pigmentación de las yemas de huevos. **Callejo (2002)**

El maíz constituye uno de los cereales de mayor importancia en la alimentación animal. Es usado n forma directa tanto la planta como el grano, e indirectamente en forma de mezclas balanceadas en múltiples concentrados, específicos para la alimentación de cada especie animal y para cada tipo o propósito de crianza.

**a) La planta**

La planta incluyendo la mazorca madura granos pastosos, es usada en forma directa en la alimentación del ganado como forraje o chala picada o ensilada. También se utiliza la planta verde desprovista del grano, cuando se le han extraído las mazorcas de un cultivo de maíz para choclo, o la "panca" o planta seca sin mazorca, proveniente de los cultivos dedicados a la producción del grano. Se le usa como alimento matinal antes que el ganado salga a pastear en los alfalfares o pastizales, con el fin de evitar el meteorismo o aventazón. La panca picada y mezclada con las tuzas trituradas viene siendo usada como un alimento suplementario en los centros de ganado vacuno.

**b) El grano**

El grano de maíz es uno de los cereales de mejor palatabilidad y mayor valor nutritivo, con alto contenido de aceite, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Es usado directamente en la alimentación del ganado vacuno lechero y de carne, porcino, caballar, mular y muy apetecible por las aves domésticas.

### c) Mezclas balanceadas y concentradas

El desarrollo en estos últimos años de la crianza de aves y cerdos en forma intensiva ha hecho posible que las diferentes fábricas de alimentos balanceados, como Nicolini, Purina, Santa Rosa y otras, produzcan fórmulas alimenticias, en las que intervienen directamente el grano de maíz total; presentado en las siguientes formas:

Mezclas de granos machacados o molidos con coronta o tusa.

Maíz puro molido o machacado con germen.

Maíz puro molido o machacado o desgerminado.

Afrecho de maíz, subproducto formado por celulosa.

Últimamente se la está utilizando en la producción industrial de mezclas balanceadas en concentrados tipo péllet, en los que intervienen como materia prima el grano total de maíz amarillo duro; alcanzando un alto grado de especialización y produciendo alimentos tanto para aves dedicadas a la producción de huevos como para el engorde de pollos barrilleros. En la alimentación de porcinos, también se encuentra mezclas o concentrados de péllet, específicos para la primera etapa del crecimiento, altamente proteínicos, y para la etapa de engorde, ricos en carbohidratos. **Manrique (1997)**

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1.- Lugar de Ejecución**

El presente trabajo se llevo a cabo en la Asociación Chira – E.E. Vista Florida - INIEA sede Mallares, ubicado en el Distrito de Marcavelica, Provincia de Sullana en los terrenos agrícolas de esta institución. Y las evaluaciones de laboratorio se realizaron en la Universidad Nacional de Piura – Facultad de Ingeniería Pesquera – Laboratorio de Control de Calidad.

#### **3.2.- Materia Prima**

Maíz amarillo duro (Híbrido INIA 605), cultivado en las instalaciones agrícolas de la Asociación Chira (Marcavelica – Sullana), en un área de 0.08 Ha. Distribuidas en tres parcelas por cada tratamiento con tres repeticiones que fueron utilizadas para el presente trabajo.

#### **3.3.- Equipos**

- Balanza analítica. CS – 2000 Compact Scale OHAUS. Cap. 2000 g.
- Determinador de humedad para granos AGROFARM (6 – 36%)
- Estufa marca Memmert de 0 – 240°C.
- Equipo de determinación de nitrógeno Micro Kjeldahl. Marca Lab Concon – Modelo 3122.
- Equipo de determinación de grasa Extractor Soxhlet. Marca Line Inst – Modelo 5000.
- Centrifuga. Marca Beckman – Modelo JL-HS.
- Mufla de 0 a 500 °C. Marca Heavy Duty. Modelo 052 PTI.

#### **3.4.- Materiales**

##### **3.4.1 De Campo:**

- Manta de polietileno
- Semilla de maíz amarillo duro para la siembra.

- Humus de lombriz
- Urea
- Fosfato diamónico
- Sacos de polietileno
- Regla de madera de 4 metros.
- Cuaderno y lapicero
- Balanza

### **3.4.2 De Laboratorio**

- Campana desecadoras
- Placas petri
- Pipetas de 10 y 20 ml.
- Bureta de 50 ml.
- Matraz Erlenmeyers de 100 ml.
- Espátula
- Pinza
- Embudo
- Papel filtro Whatman
- Cápsulas de porcelana
- Matraz de 250 ml
- Vernier
- Probeta

### **3.5.- Reactivos**

- Ácido sulfúrico concentrado y al 1.25 %, marca Riedel de Haden.
- Hidróxido de Sodio concentrado y al 1.25%, marca Riedel de Haden.
- Etanol, marca Merck.
- Fenoltaleína, marca Merck.
- Sulfato de Potasio, marca Panreac.
- Eter dietílico, marca Merck.
- Ácido clorhídrico concentrado, marca Riedel de Haden.
- Cloruro de magnesio saturado, marca Panreac.
- Cromato de Potasio saturado. marca Riedel de Haden.

- Nitrato de potasio saturado, marca Riedel de Haden.
- Agua destilada.

### **3.6.- Métodos**

#### **3.6.1 Siembra**

La siembra de maíz amarillo duro var. INIA-605 se realizó en las instalaciones de la Asociación Chira ubicado en el distrito de Marcavelica (Sullana), en un área de 800 m<sup>2</sup> distribuidas en 3 parcelas de 190 m<sup>2</sup>, de las cuales una parcela se utilizó como tratamiento testigo (manejo del cultivo sin ningún tipo de fertilizante) y 2 de las parcelas por cada tratamiento se manejaron con dos dosis de abonamiento distintas (dosis alta = 240 kg N por Ha y dosis baja= 180 kg de N por Ha) para la fertilización orgánica como para la inorgánica respectivamente.

Para la instalación de ésta investigación se uso un diseño experimental con parcelas divididas, que permite realizar ensayos multifactoriales en los cuales los factores de ensayos deben ser valorados diferenciadamente. Estos resultados permiten trabajar en una aplicación estadística de un DBCA con arreglo factorial, en el caso de ser trasladados a laboratorios para otros tipos de análisis o ensayos. La importancia que se le atribuye a los diferentes factores conduce a una exactitud diferenciada para expresar las eficacias principales.

Para el propósito del estudio, la instalación del presente trabajo se instaló en total 24 sub parcelas experimentales. Distribuidas de la siguiente manera como se muestra en el cuadro N° 10:

**Cuadro N° 08: Parcelas y Distribución de la Siembra de Maíz Amarillo Duro Var. INIA-605 en la Asociación Chira (Marcavelica-Sullana)**

Parcelas	Fecha de Siembra	Observaciones
1*	03/05/04	Tratamiento orgánico con dosis alta de abonamiento (240 Kg. N/Ha)
2*	03/05/04	Tratamiento orgánico con dosis baja de abonamiento (180 Kg. N/Ha)
3*	03/05/04	Tratamiento Testigo (0 Kg. N/Ha)
1*	03/05/04	Tratamiento inorgánico con dosis alta de abonamiento (240 Kg. N/Ha)
2*	03/05/04	Tratamiento inorgánico con dosis baja de abonamiento (180 Kg. N/Ha)
3*	03/05/04	Tratamiento Testigo (0 Kg. N/Ha)

\* Se realizó cuatro repeticiones por parcela, en la cual se distribuyó al azar para cada bloque, como se muestra en la Figura N° 01.

REPETICION 1			REPETICION 2		
101	102	103	101	102	103
202	203	201	202	203	201
303	301	302	303	301	302
402	403	401	402	403	401

**Figura N° 01:** Distribución de las Parcelas de Maíz Amarillo Duro Var. INIA 605.

### **3.6.2 Evaluaciones de Campo**

Se realizó a los 110 días donde se tuvo en cuenta la altura de planta, altura de inserción de mazorca, ataque de plagas y enfermedades que se presentan en los surcos centrales de cada tratamiento. Esto para evitar la influencia de los otros tratamientos. **Cimmyt (1995)**

### **3.6.3 Contenido de Humedad**

Se efectuó con un determinador de humedad de granos AGROFARM, en campo al momento de la cosecha.

### **3.6.3 Determinación de la Madurez Fisiológica**

Se realizó por observación de la capa negra en la base del grano, cuando más del 60% de los granos de una mazorca contaba con esta capa, indicaba entonces la madurez fisiológica. Con una toma de muestras completamente al azar, utilizando el método del zig-zag, que consiste en empezar el muestreo por uno de los lados luego seguir en línea recta o en zig-zag. En cada uno de los puntos de muestreo se dejó dos plantas para ser evaluadas objetivamente y medir la humedad respectiva de cada mazorca, esta medición se realizó a los 130 días del periodo vegetativo. **Jugenhimer (1990).**

### **3.6.4 Evaluación de Manejo Postcosecha**

#### **3.6.4.1 Evaluación del Rendimiento**

Se realizó muestreando mazorcas en el campo, tomando los tres surcos centrales para una mejor certeza, de proximidad y veracidad de los resultados ya que no influyen los laterales que podrían alterar nuestra evaluación. Luego se procedió al pesado de la cosecha para la toma de datos.

### 3.6.4.2 Evaluación Fisicoquímica del grano

#### a).- Evaluación Física

- Biometría del grano
- Densidad
- Dureza o Resistencia a la ruptura

*Evaluación biométrica del grano*, se hizo utilizando un vernier.

*Densidad aparente*, se determinó por la relación que existe entre la masa y el volumen.

*Determinación de la dureza del grano*, se determinó por el método de resistencia a la rotura o carga. Se define como la energía o fuerza requerida para propagar una fractura para un área rota dada, generalmente deducida del área bajo la curva fuerza – extensión.

#### b).- Evaluación Química

- Carbohidratos
- Proteína
- Grasa
- Fibra
- Ceniza
- Humedad
- Contenido de almidón

Se realizó muestreando mazorcas tomadas de la cosecha de maíz para cada tratamiento. Que consistió en tomar 100 gramos de cada unidad experimental medida .

La transcripción de los resultados fisicoquímico de laboratorio para los análisis estadísticas se hizo con los resultados finales de cada uno de estos utilizando el diseño experimental en bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2x3 y cuatro repeticiones para cada unidad experimental, para una mejor interpretación ya que esta se ajusta mejor a nuestro enfoque.

Clave:

- Factor A: Tratamiento tipo de fertilización
  - a<sub>0</sub>: Fertilización Orgánica
  - a<sub>1</sub>: Fertilización Inorgánica
  
- Factor B: Dosis de Fertilización
  - b<sub>0</sub>: Dosis Alta (240 Kg de N/Ha)  
T1 , para Fert. Orgánica e inorgánica.
  - b<sub>1</sub>: Dosis baja (180 de N/Ha)  
T2 , para Fert. Orgánica e inorgánica.
  - b<sub>2</sub>: Testigo (sin ninguna dosis de abonamiento)  
T3 , para Fert. Orgánica e inorgánica.
  
- Bloques o repeticiones:  
I, II, III, IV : Suelo con pH = 7.2 (neutro)  
Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso  
N: 31.5 Kg./Ha  
P: 23.1 Kg./Ha  
K: 336 Kg./Ha  
(Ver Anexo 3)

El diseño experimental utilizado para este trabajo se presenta en el Cuadro N° 09:

**Cuadro N° 09: *Diseño Experimental para la Evaluación Fisicoquímica del Maíz Amarillo Duro***

Bloques	a <sub>0</sub>			a <sub>1</sub>		
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
I						
II						
III						
IV						

Con los resultados obtenidos se hizo un análisis de varianza y prueba de DUNCAN al nivel 0.05.

## V.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1.- Cultivo

#### 4.1.1 Características del suelo

Las características físicas y químicas del suelo del presente experimento se muestran en el cuadro N° 10:

**Cuadro N° 10: Resultado de análisis Físico-Químico del suelo.**

PARAMETRO	RESULTADOS	INTERPRETACION	METODO
Textura		Frac. Arcilloso	H. De Boyoucos
Arena	44.0		
Arcilla	31.0		
Limo	25.0		
Densidad A	1.2 g/cc		Peso/Volumen
C.E.	1.42 mmhos/cc	Bajo	Conductímetro
pH	7.00	Neutro	Potenciómetro
Materia Orgánica	2.60%	Medio	Walkley Black Mod.
Fósforo Disp	7.70 ppm	Medio	Olsen Modificado
Potasio Inter..	280 ppm	Medio	Acetato de Amonio
Calcáreo Total..	1.42 %	Bajo	Gasométrico

**Fuente:** Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua Del INIEA Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo.

El presente análisis muestra que es un suelo de textura ligeramente fino, de reacción neutra, con una conductividad eléctrica baja el cual nos indica que es libre de sales solubles, con Materia Orgánica de contenido medio, el fósforo y potasio también tienen un contenido medio y el contenido de calcáreo total es bajo el cual nos indica que tiene bajos contenidos de carbonatos de calcio, el presente suelo tiene una fertilidad media bueno para cultivo en limpio de

cultivares como maíz, arroz, leguminosas, etc. Bajo condiciones favorables con una tecnología alta.

#### 4.1.2. Características de la Materia Prima

Las características físicas – químicos se muestran en el cuadro N° 09:

**Cuadro N° 09: Características físicoquímico del Maíz Amarillo Duro Utilizado en el presente experimento.**

PARAMETRO	RESULTADO	INTERPRETACION
Carbohidratos	69.60 %	Alto
Grasa	5.20 %	Medio
Proteína	9.30 %	Alto
Fibra	2.30 %	Medio
Almidón	62.50 %	Medio
Ceniza	1.50 %	Bajo
Humedad	11.2 %	Media



FUENTE: UNP - Facultad de Ingeniería Pesquera

Para el maíz y otros cereales o cualquier otra materia prima que va ser utilizada como semilla, debe ser tratada con un control riguroso y estricto de los factores ambientales y las prácticas agronómicas ya que este influye directamente en los elementos constitutivos químicos, en el valor nutritivo del grano y sus partes anatómicas. Es por esta razón se puede decir, que la semilla de un cultivo tiene un trato especial en las labores culturales como: densidad de siembra, fertilización y fecundación; son labores que influyen directamente con la calidad morfológica, geométrica y nutricional de la semilla.

Las características químicas presentadas por la semilla de maíz amarillo duro INIA 605, utilizadas para el presente experimento

son adecuadas y se encuentran dentro del rango de composición para su uso.

#### 4.1.3. Prácticas Culturales

El cultivo de maíz amarillo duro en campo, en el valle del Chira se realiza en forma tradicional o convencional con uso de mano de obra para cada una de las actividades culturales.

La Asociación Chira viene desarrollando el cultivo convencional de la zona pero con la aplicación de mejoras en la preparación del suelo con maquinaria para darle más aireación al suelo y al mismo tiempo la incorporación de la materia orgánica (consta del rastrojo que sobra de la anterior campaña, si se trata del mismo cultivo o alguna leguminosa) que permite mejorar las características fisicoquímicas del suelo. Para el control preventivo de malezas se aplica un herbicida preemergente y en el caso de ser orgánico se disuelve en el café de humus una mezcla de laurel, ají y ajos que sirven como biocida repelente a la planta. Luego se siembra el cultivo a una distancia de 80cm entre surco y de 40cm por golpe, para permitir un mejor desarrollo del cultivo. El manejo y control de la fertilización y riegos es muy importante dentro del manejo agrícola del cultivo para evitar pérdidas de plantas en campo debido a factores controlables. Para el control de plagas dentro del desarrollo vegetativo del cultivo, si se trata del cogollero (Spodoptera frugiperda) que es el más común se realiza aplicando DIPTEREX O DIATREX granulado en una proporción de 10 Kg./Ha, aplicado en forma directa a la planta, a los 15 días después del primer abonamiento y para el caso de control orgánico se sigue con el control etológico (biocida), la mezcla de café de humus.

Las características generales de la planta de maíz evaluadas en las parcelas a los 110 días después de la siembra se muestran en el cuadro N° 12 y 15:

**Cuadro N° 12: *Altura de planta de plantaciones de maíz amarillo duro (cm)***

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	235.00	225.00	205.00	245.00	235.00	175.00
II	225.00	225.00	175.00	255.00	230.00	190.00
III	220.00	210.00	175.00	230.00	220.00	175.00
IV	205.00	195.00	180.00	230.00	220.00	160.00

Como podemos observar es notoria la diferencia que existe en la altura de planta de cada tratamiento, es decir, que existe diferencia en el manejo de la fertilización a partir del desarrollo vegetativo de la planta por la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 13, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$  y la prueba de DUNCAN (cuadro N° 14) para establecer diferencias en la altura de planta por la influencia de la dosis de fertilización.

**Cuadro N° 13: *Análisis de varianza para la altura de planta para plantaciones de maíz amarillo duro.***

F. de V.	G.L.	ALTURA DE PLANTA			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	1833.33	611.11	11.66	**
A	1	337.50	337.50	6.44	**
B	2	11706.25	5853.13	111.64	**
A*B	2	831.25	415.63	7.93	**
Error	15	941.67	156.60		
Total	23	15650.00			

\*\* : Altamente significativo

n.s.: No significativo

$R^2 = 95.98\%$ ,

C.V. = 3.45%,

$X = 210.00$

Como podemos observar en el cuadro N° 13, indica que el coeficiente de variación (C.V.) con un valor de 3.45% el cual se encuentra dentro del valor permisible para evaluaciones de campo y con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con un valor de 95.98% , explica que la variable altura de planta es un indicador de determinación mayor para el efecto de las dosis evaluadas con fertilización orgánica e inorgánica a dosis alta, para el cultivo de maíz existiendo diferencia altamente significativo entre bloques, tratamientos y la interrelación de las variables, tanto la aplicación de fertilización nitrogenada como las dosis altas y bajas.

**Cuadro N° 14: Prueba de DUNCAN para altura de planta en cm para plantaciones de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.I.T1	240.00	a
F.I.T2	226.25	b
F.O.T1	221.25	b
F.O.T2	213.75	b
F.O.T3	183.75	c
F.I.T3	175.00	c

Al observar el cuadro N° 14, de la prueba de DUNCAN se aprecia que existe diferencia significativa entre la fertilización orgánica e inorgánica, existiendo valores de 240.00 cm para la fertilización inorgánica a dosis alta y de 221.25 para la fertilización orgánica a dosis alta, existiendo valores entre 183.75 cm para el tratamiento con fertilización orgánica testigo y 175.00 cm para el tratamiento con fertilización inorgánica testigo.

Los resultados obtenidos de altura de planta corrobora lo que dice (Pineda 1996), la principal ventaja de estos abonos es su efecto mejorador de las características fisicoquímicas y biológicas (población microbianas) de los suelos y el desarrollo de las plantas.

Para la evaluación de altura de inserción de mazorca se obtuvieron los siguientes resultados como se muestran en el cuadro N° 15:

**Cuadro N° 15: *Altura de inserción de mazorca de plantaciones de maíz amarillo duro (cm)***

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	130	125	105	135	130	90
II	125	125	85	140	130	95
III	120	110	80	130	120	85
IV	100	100	90	110	100	80

Como podemos observar es notoria la diferencia que existe en la altura de inserción de mazorca de cada tratamiento, decimos que existe diferencia en el manejo de la fertilización a partir del desarrollo vegetativo de la planta por la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 16, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$  y la prueba de DUNCAN (cuadro N° 17) para establecer diferencias en la altura de planta por la influencia de la dosis de fertilización.

**Cuadro N° 16: *Análisis de varianza para la altura de inserción de la mazorca en cm para plantaciones de maíz amarillo duro.***

F. de V.	G.L.	ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	1903.13	634.38	13.84	**
A	1	234.38	234.38	5.11	**
B	2	5252.08	2626.05	57.30	**
A*B	2	231.25	115.63	2.52	n.s
Error	15	784.35	279.21		
Total	23	8348.96			

$R^2 = 93.41\%$

$C.V. = 6.21\%$

$X = 108.96$

Del cuadro N° 16, al realizar la evaluación de altura de inserción de altura de mazorca se observa que existe diferencia altamente significativa en bloques como en fertilización orgánica e inorgánica, la interrelación de ambas fertilizaciones es no significativa, encontrando un coeficiente de variabilidad de 6.21% y un coeficiente de determinación del 93.41%, el cual nos indica que los valores mencionados están dentro del parámetro de aceptación para las mediciones hechas en campo.

**Cuadro N° 17: Prueba de DUNCAN para altura de inserción de mazorca en cm para plantaciones de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.I.T1	128.75	a
F.I.T2	120.00	a
F.O.T1	118.75	a b
F.O.T2	108.75	b
F.O.T3	90.00	c
F.I.T3	87.75	c

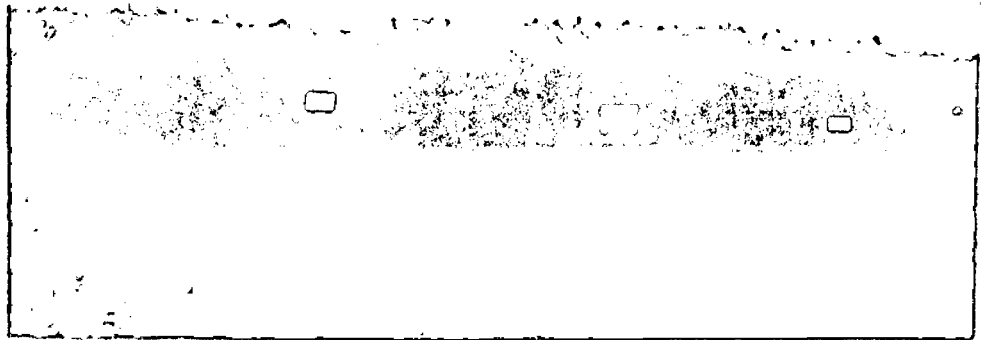
Al observar el cuadro N° 17, de la prueba de DUNCAN nos muestra que existe diferencia significativa entre la fertilización orgánica e inorgánica, existiendo el valor más alto de 128.75 cm para la fertilización inorgánica a dosis alta y de 118.75 cm para la fertilización orgánica a dosis alta, los cuales son no significativos; y al comparar con la fertilización orgánica testigo existe una diferencia estadística altamente significativa. Como se puede observar en el cuadro N° 17 la fertilización orgánica testigo que tiene una altura promedio de 90.00 cm y 87.50 cm para el tratamiento con fertilización inorgánica testigo.

El cual se corrobora con lo mencionado por **Ministerio de Agricultura 1993**, los maíces híbridos tienen una buena asimilación de nutrientes (nitrógeno) para tener un mejor desarrollo de la planta, el cual va directamente relacionado con la inserción de la mazorca.

Luego se realizó una observación visual de la planta y la mazorca madura para evaluar sus aspectos generales, de la que se obtuvo la siguiente información:

- Textura predominante de las brácteas:        rugoso y áspero
- Color predominante de las brácteas verdes: verde oscuro a Verde pardoso
- Color predominante de las brácteas secas: amarillo pajizo
- Forma predominante de la mazorca:        punta cónica
- Número de granos por hilera:                30 a 38
- Peso de grano de una mazorca:            180. a 205 g
- Número de granos en 100 g.:                268-294 granos

Las figuras 02, 03 04, 05, 06 y 07; muestran las observaciones visuales que se realizaron en campo.



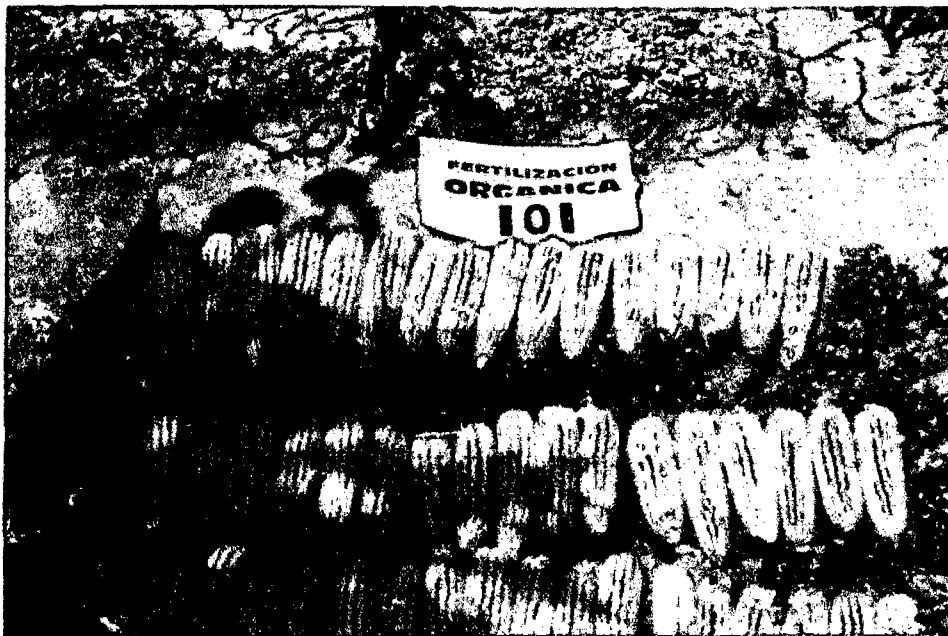
**Fig. N° 02:** Plantas de maíz amarillo duro en la instalación de las parcelas.



**Fig. N° 03:** Diferenciación altura de planta cada tratamiento de Maíz Amarillo Duro en las parcelas instaladas



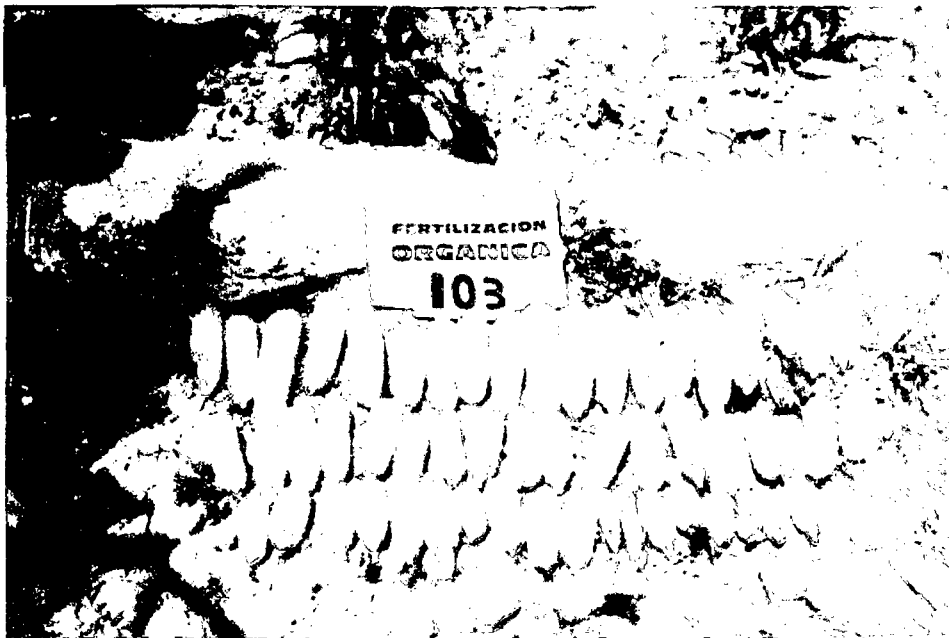
**Fig. N° 04: Flor Femenina de Maíz Amarillo Duro**



**Fig. N° 05: Mazorca seca de maíz amarillo duro tratada con fertilización orgánica a dosis alta.**



**Fig. N° 06:** Mazorca seca de maíz amarillo duro tratada con fertilización orgánica a dosis baja.



**Fig. N° 07:** Mazorca seca de maíz amarillo duro tratada con fertilización orgánica testigo.

## 4.1.2 Plagas y Enfermedades

Como se sabe las plagas son causadas por insectos y las enfermedades que se producen dentro del desarrollo vegetativo del cultivo de maíz afectan principalmente en el rendimiento y si es el ataque de este directamente a la mazorca afecta en la calidad del grano.

Es por esto que si nos guiamos en las recomendaciones que realiza el CIMMYT (Anexo 03) para obtener una calificación precisa de la severidad de la enfermedad, se toma nota del daño causado por las enfermedades en las etapas finales del ciclo vegetativo.

Por otra parte debemos explicar porque no tenemos cuadro de evaluación de incidencia de enfermedades, esto se debe a que cuando se hizo el deshije se buscó sacar las plantas más pequeñas y las que se encontraban afectadas por cogollero que son las que atacan principalmente en la primera etapa del desarrollo vegetativo, en esta etapa la planta cuenta con mayor savia. Aquí se resalta la función e importancia que cumple el control biológico en este cultivo.

Ejemplo:

- Para controlar cogollero del Maíz (*Spodopera frugiperda*) un controlador es el *Trichogramma atopovirilia*.
- Para controlar el gusano de la mazorca del Maíz (*Heliotis zea*) un controlador es el *Trichogramma fretiosum* o *Trichogramma pintoy*.

## 4.2 Cosecha

### 4.2.1 Determinación del Momento de Cosecha

El momento de cosecha se realizó teniendo en cuenta el día de siembra y el ciclo vegetativo del cultivo, para este caso el híbrido presenta un grado de maduración óptimo entre los 120 a 130 días verificando el grado de madurez óptima para la cosecha evaluando el

punto negro en la base del maíz (Infante 2003). Se pudo observar que el 90% de las mazorcas muestreadas presentaban esta característica, para mejor veracidad de lo observado se precedió a evaluar el porcentaje de humedad como se muestra en el Cuadro N° 18:

**Cuadro N° 18: *Humedad de Campo en % del grano de maíz amarillo duro.***

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	20.00	19.00	21.00	21.00	19.00	22.00
II	19.00	20.00	19.00	20.00	18.00	19.00
III	17.00	18.00	18.00	19.00	18.00	18.00
IV	18.00	19.00	20.00	17.00	20.00	19.00

Como podemos observar no es notoria la diferencia que existe en la humedad de campo de cada tratamiento, para la influencia en el manejo de la fertilización a partir de este parámetro. Se comprueba estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 19, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$  y la prueba de DUNCAN (cuadro N° 20) para establecer diferencias en la altura de planta por la influencia de la dosis de fertilización.

**Cuadro N° 19: *Análisis de varianza para la humedad de campo en % para el grano de maíz amarillo duro.***

F. de V.	G.L.	HUMEDAD DE CAMPO			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	3.888	1.296	7.36	**
A	1	0.202	0.202	1.15	n.s.
B	2	2.573	1.286	7.30	**
A*B	2	0.201	0.100	0.57	n.s.
Error	15	3.181	0.432		
Total	23	10.045			

$$R^2 = 78.96\%$$

$$C.V. = 3.97\%$$

$$X = 10.58$$

Si observamos el cuadro N° 19, al realizar la evaluación de humedad de campo podemos ver que existe diferencia altamente significativa en bloques como en fertilización orgánica e inorgánica y la interrelación de ambas fertilizaciones es no significativa, encontrando un coeficiente de variabilidad de 3.97% y un coeficiente de determinación del 78.96%, el cual nos indica que los valores evaluados son permisibles para las mediciones hechas en campo.

**Cuadro N° 20: Prueba de DUNCAN para humedad del grano en campo en % para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T3	19.50	a
F.I.T3	19.50	a
F.I.T1	19.25	a
F.O.T2	19.00	a
F.I.T2	18.75	a
F.O.T1	18.50	a

Así mismo la prueba de DUNCAN se muestra (cuadro N° 20) que no existe diferencia estadística entre cada una de las dosis de fertilización (orgánica e inorgánica), en ambos casos la mayor dosificación influye directamente proporcional en la humedad de grano tomada en campo, la fertilización orgánica e inorgánica a dosis alta son los que obtuvieron el mayor porcentaje de humedad con un valor de 19.50% y los de menor valor fueron los testigos.

El cual se corrobora con lo mencionado por **Ministerio de Agricultura 1993**, podemos observar que aparentemente no existe diferencia notoria de humedad de cosecha para cada uno de los tratamientos. Además bibliografías recomiendan, como humedad de cosecha entre 20 a 30 % ya que mayor de este puede suceder que al momento de secar el grano hasta llegar a la humedad de almacenamiento se de el arrugamiento del grano influya en la

aparición y la calidad del grano. Este cambio o proceso es considerado como uno de los factores por pérdida post cosecha, que además influye dentro de los costos de producción y manejo de la materia prima.

#### 4.2.2 Evaluación del Rendimiento

De las muestras cosechadas de los surcos centrales se procedió a secar hasta llegar a una humedad entre 14 a 15% para luego ser pesado y obtener el rendimiento por cada tratamiento, rescatados en el cuadro N° 21:

**Cuadro N° 21: Rendimiento en Kg./Ha. del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	11458.00	9895.00	6770.00	11458.00	9895.00	4687.00
II	9895.00	9375.00	5208.00	9375.00	8854.00	4687.00
III	9895.00	8330.00	4687.00	9375.00	8854.00	3647.00
IV	9375.00	7812.00	4160.00	8330.00	7290.00	2604.00

Como podemos observar es notoria la diferencia que existe en el rendimiento del cultivo de cada tratamiento, es decir, existe diferencia en el manejo de la fertilización a partir del llenado del grano por la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 22, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$  y la prueba de DUNCAN (cuadro N° 23) para establecer diferencias en la altura de planta por la influencia de la dosis de fertilización.

**Cuadro N° 22: Análisis de varianza para el rendimiento en Kg./Ha de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	RENDIMIENTO			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	18410171.00	3136723.67	41.73	**
A	2	2537600.67	2537600.67	17.25	**
B	3	127034136.75	63517068.38	431.89	**
A*B	3	1419472.58	709736.29	4.83	**
Error	15	2161425.00	6499266.83		
Total	23	151562806.00			

$R^2 = 98.84\%$

C.V.= 4.95%

X= 7746.50

Del cuadro N° 22, al realizar la evaluación del rendimiento se observa que existe diferencia altamente significativa entre los bloques, tratamiento y la interrelación, con un coeficiente de variabilidad de 4.95 el cual se encuentra dentro de los límites de confiabilidad para la evaluación de campo.

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con un valor de 98.84%, explica que la presente variable de rendimiento de grano responde muy bien al efecto de la incorporación de nitrógeno para la fertilización orgánica como inorgánica.

**Ministerio de Agricultura (1993).** Menciona que los maíces híbridos tienen una buena asimilación de nutrientes y son muy exigentes en la fertilización para producir bien.

El cuadro N° 23, muestra la prueba de DUNCAN realizada a los resultados obtenidos para el rendimiento.

**Cuadro N° 23: Prueba de DUNCAN para rendimiento en Kg/Ha. para el grano de maíz amarillo duro.**

<b>Factor 3 x 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>DUNCAN</b>
F.O.T1	10155.8	a
F.I.T1	9638.5	a
F.O.T2	8853.0	b
F.I.T2	8723.3	b
F.O.T3	5206.3	c
F.I.T3	3906.3	d

Por otro lado la prueba de DUNCAN cuadro N° 23, muestra los promedios de rendimiento de grano en Kg/Ha. Donde se observa la fertilización orgánica a dosis alta (240 Kg./Ha.) y la fertilización inorgánica a dosis alta (240 Kg./Ha.) fueron los que alcanzaron mayor rendimiento con 10,155.80 y 9,634.50 Kg/Ha respectivamente, los cuales no tienen diferencia significativa, pero si existe diferencia significativa con los tratamientos T2 tanto la fertilización orgánica como la fertilización inorgánica a dosis baja (180 Kg. N/Ha), cuyos rendimientos fueron de 8,853.00 y 8,723.30 Kg. /Ha de grano de maíz, por otra parte los menores rendimientos obtuvieron los tratamientos T3 (Testigo) sin fertilización, cuyos rendimientos fueron de 5,206.30 Kg./Ha y 3,906.30 Kg./Ha de grano de maíz respectivamente.

Estos resultados de rendimiento de grano de maíz, resultaron ser buenos y lo esperados, ya que el requerimiento del maíz en nitrógeno, el cual incrementa el rendimiento. **(Ministerio de Agricultura 1993)**

**López (1991)**, indica que se ha demostrado que el nitrógeno foliar puede afectar el rendimiento, al estar positivamente correlacionada su concentración con la actividad fotosintética y el aumento de la superficie foliar. El contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca, en la aparición de las sedas, muestra una buena correlación con el rendimiento del grano. La transferencia

de nitrógeno foliar, asociado con la senescencia de las hojas, suministra el nitrógeno requerido para el crecimiento y el desarrollo normal del grano.

#### 4.2.3 Evaluación Fisicoquímica del Grano

Una vez cosechado el maíz y después de haber determinado el rendimiento se muestrea una cantidad mínima de maíz y ser llevados al laboratorio para el análisis fisicoquímico que nos permitió observar si existe o no influencia del manejo agronómico en la fertilización para las características nutricionales del grano. Los resultados son los que se muestran en los siguientes cuadros:

##### A) Evaluación Física:

Los cuadros N° 24, 27 y 30 muestran la longitud, ancho y espesor del grano, demostrándonos de este modo la uniformidad y tamaño del grano al evaluar la superficie y el volumen del grano como se muestran en los cuadros N° 33 y 36.

**Cuadro N° 24: Longitud en mm del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	13,50	11,80	10,80	13,20	11,50	10,50
II	13,50	12,00	10,80	13,30	11,50	10,60
III	13,20	11,50	10,50	13,30	11,40	10,50
IV	13,20	11,20	10,50	13,00	11,40	10,40

Como podemos observar es notoria la diferencia que existe en el espesor de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado del grano y el tamaño del

grano con respecto a la longitud por la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 25, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$  y la prueba de DUNCAN (cuadro N° 26) para establecer diferencias en la altura de planta por la influencia de la dosis de fertilización.

**Cuadro N° 25: Análisis de varianza para la longitud del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	LONGITUD			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	0.405	0.135	14.49	**
A	2	0.150	0.150	16.16	**
B	3	29.961	14.980	1609.84	**
A*B	3	0.001	0.0004	0.04	n.s.
Error	15	0.232	0.049		
Total	23	30.749			

$R^2 = 99.64\%$

C.V. = 0.82%

$X = 11.79$

El análisis de varianza de las característica física del grano de maíz con respecto a la longitud como se muestra en el cuadro N° 20, observamos que existe diferencia altamente significativo entre los tratamientos y los bloques con coeficiente de variabilidad (CV) de 0.82% y un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 99.64%, el cual se encentra dentro del grado de confiabilidad para las evaluaciones de laboratorio.

**Cuadro N° 26: Prueba de DUNCAN para la longitud en mm. para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T1	13.350	a
F.I.T1	13.200	a
F.O.T2	11.625	b
F.I.T2	11.450	b
F.O.T3	10.650	c
F.I.T3	10.500	c

Como se puede apreciar en el cuadro N° 26 de DUNCAN para la longitud del grano nos muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos, apreciándose un nivel más alto de 13.35 mm para la fertilización orgánica a dosis alta (F.O.T1) y con 13.20 mm para la fertilización inorgánica a dosis alta (F.I.T1), los cuales difieren de fertilización orgánica a dosis baja y la fertilización inorgánica a dosis baja que tienen un promedio de 11.625 mm y 11.45 mm respectivamente; estos a su vez difieren de los testigos orgánico e inorgánico que tienen valores de 10.65 y 10.50 mm para cada caso.

El resultado obtenido en laboratorio con respecto al ancho del grano, es como se muestran en el cuadro N° 27:

**Cuadro N° 27: Ancho en mm del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	8,20	7,00	5,80	7,80	7,00	5,70
II	8,00	6,80	5,70	7,60	6,80	5,40
III	7,80	7,00	5,80	7,60	6,70	5,70
IV	7,80	6,80	5,50	7,80	6,60	5,50

Como podemos observar es notoria la diferencia que existe en el ancho de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el

manejo de la fertilización para el llenado y tamaño del grano con respecto al ancho por la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 28, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 28: Análisis de varianza para el ancho del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	ANCHO			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	0.210	0.070	4.89	n.s.
A	2	0.167	0.167	11.65	**
B	3	19.201	9.600	671.10	**
A*B	3	0.021	0.010	0.73	n.s.
Error	15	0.194	0.021		
Total	23	19.793			

$$R^2 = 99.13\%$$

$$C.V. = 1.77\%$$

$$X = 6.77$$

La característica física de ancho de grano al realizar el análisis de varianza, es como se muestran en el cuadro N° 28, el cual también tiene un alto grado de significancia entre bloques y entre la interrelación de los tratamientos con un coeficiente de variabilidad (CV) de 1.77% y coeficiente de determinación de 99.13%, el cual nos demuestra la confiabilidad de los datos tomados del laboratorio.

Luego se procedió a realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 29:

**Cuadro N° 29: Prueba de DUNCAN para el ancho en mm. para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T1	7.950	a
F.I.T1	7.700	b
F.O.T2	6.900	c
F.I.T2	6.775	c
F.O.T3	5.700	d
F.I.T3	5.575	d

De igual manera el cuadro N° 26 se muestra la característica física del ancho de grano expresada en mm, pudiendo apreciar que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos obteniéndose para F.O.T1 que representa la fertilización orgánica a dosis alta con un valor de 7.95 mm y para F.I.T1 que es la fertilización inorgánica a dosis alta un valor de 7.70 mm los cuales difieren de los tratamientos a dosis baja para la fertilización orgánica e inorgánica respectivamente con valores 6.900 y 6.775 mm y obteniéndose un valor mínimo en los testigos 5.700 y 5.575 mm de la fertilización orgánica e inorgánica respectivamente los cuales son diferentes a los tratamientos con mayores dosis.

El resultado obtenido en laboratorio con respecto a la característica física de espesor del grano, es como se muestran en el cuadro N° 30:

**Cuadro N° 30: Espesor en mm del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	5,20	4,50	3,60	5,00	4,50	3,20
II	5,50	4,50	3,50	5,20	4,30	3,50
III	5,20	4,30	3,20	5,20	4,00	3,20
IV	5,30	4,20	3,20	5,40	4,30	3,40

Si observamos, es notoria la diferencia que existe en el espesor de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y tamaño del grano con respecto al espesor para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 31, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 31: *Análisis de varianza para el espesor del grano de maíz amarillo duro.***

F. de V.	G.L.	ESPESOR			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	0.168	0.056	2.59	n.s.
A	2	0.042	0.042	1.92	n.s.
B	3	14.443	7.222	333.31	**
A*B	3	0.003	0.002	0.08	n.s.
Error	15	0.361	0.054		
Total	23	15.018			

$$R^2 = 98.27\%$$

$$C.V. = 3.42\%$$

$$X = 4.31$$

Por otro lado al observar el cuadro N° 31 se aprecia el análisis de varianza del espesor de grano, no existiendo significancia alguna entre bloques y tratamientos, con un coeficiente de determinación de 98.27% y un coeficiente de variabilidad de 3.42% el cual nos demuestra que los datos obtenidos en el laboratorio se encuentran dentro del límite de confiabilidad para dicha evaluación.

Luego se procedió a realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 32:

**Cuadro N° 32: Prueba de DUNCAN para espesor en mm. para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T1	5.300	a
F.I.T1	5.200	a
F.O.T2	4.375	b
F.I.T2	4.275	b
F.O.T3	3.275	c
F.I.T3	3.325	c

Observando el cuadro N° 32, en la característica física del espesor del grano se observa que existe diferencia altamente significativa entre cada uno de los tratamientos, encontrándose el valor más alto para el tratamiento con fertilización orgánica a dosis alta de 5.300 mm y 5.200 para la fertilización inorgánica a dosis alta, los cuales son diferentes estadísticamente a los tratamientos a la fertilización orgánica e inorgánica a dosis baja con valores de 4.375 y 4.275 mm respectivamente. Los testigos adquirieron los valores más bajos con promedios de 3.375 y 3.325 mm.

Para la superficie del grano como característica física del grano, es como se muestran en el cuadro N° 33:

**Cuadro N° 33: Superficie en mm<sup>2</sup> del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	110,70	82,60	62,70	103,00	80,50	59,90
II	108,00	81,60	61,60	101,10	78,20	57,30
III	103,00	80,50	60,90	101,10	76,40	59,90
IV	103,00	76,20	57,80	101,40	75,30	57,20

Si observamos, es notoria la diferencia que existe en el espesor de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la

fertilización para el llenado y tamaño del grano con respecto a la superficie para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 34, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 34: Análisis de varianza para la superficie del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	SUPERFICIE			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	70.708	23.569	13.12	**
A	2	57.970	57.970	32.28	**
B	3	7876.33	3938.167	2192.95	**
A*B	3	6.223	3.112	1.73	n.s.
Error	15	35.334	6.389		
Total	23	8046.570			

$$R^2 = 99.73\%$$

$$C.V. = 1.66\%$$

$$X = 80.83$$

En el cuadro N° 34, se aprecia el análisis de varianza para la superficie en  $\text{mm}^2$  existe una alta significancia entre bloques y es no significativo entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 1.66% y un coeficiente de determinación de 99.73%, el cual nos indica el grado de confiabilidad para los datos obtenidos en el laboratorio para esta variable.

Luego se procedió a realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 35:

**Cuadro N° 35: Prueba de DUNCAN para superficie en mm<sup>2</sup>. para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T1	106.175	a
F.I.T1	101.625	b
F.O.T2	80.225	c
F.I.T2	77.600	d
F.O.T3	60.750	e
F.I.T3	58.575	e

Siguiendo la evaluación en el cuadro N° 35 de DUNCAN para la característica física de la superficie del grano, se obtuvieron valores de 106.175 y 101.625 mm<sup>2</sup> para la fertilización orgánica e inorgánica tratados a dosis alta respectivamente en el cual se aprecia que existe diferencia significativa entre ambos tratamientos, de igual manera para los tratamientos F.O.T2 con un valor de 80.225 mm<sup>2</sup> y comparado con F.I.T2 con un valor de 77.600 mm<sup>2</sup> son diferentes significativamente, los valores más bajos se muestran en los testigos de cada tratamiento con promedios de 60.750 y 58.575 mm<sup>2</sup>.

El volumen del grano como característica física del grano, es como se muestran en el cuadro N° 36:

**Cuadro N° 36: Superficie en mm<sup>2</sup> del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	575,60	371,70	225,50	514,80	362,30	191,60
II	594,00	367,20	215,50	525,60	336,30	200,30
III	535,40	346,20	194,90	525,60	305,60	191,50
IV	545,70	319,90	184,80	547,60	323,50	194,50

Al observar el cuadro N° 36, es notoria la diferencia que existe en el espesor de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el

manejo de la fertilización para el llenado y tamaño del grano con respecto al volumen, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 37, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 37: Análisis de varianza para el volumen del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	VOLUMEN			Sign.
		S.C.	C.M.	F.c.	
Bloques	3	2954.543	984.847	4.69	n.s.
A	2	2756.327	2756.327	13.14	**
B	3	483224.911	241612.455	1151.66	**
A*B	3	569.116	284.557	1.36	n.s.
Error	15	4273.296	795.048		
Total	23	493778.193			

$$R^2 = 99.49\%$$

$$C.V. = 3.99\%$$

$$X = 362.32$$

Si observamos el cuadro N° 37, donde aparece la característica del volumen en  $\text{mm}^3$  lo cual nos indica que existe un alto grado de significancia entre bloques al igual que entre la interrelación y no significativo en los tratamientos, existiendo un coeficiente de determinación de 99.49% y un coeficiente de variabilidad de 3.99%, lo que nos demuestra que el parámetro evaluado se encuentra dentro del grado de confiabilidad para las evaluaciones hechas en laboratorio.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 38, para el volumen del grano.

**Cuadro N° 38: Prueba de DUNCAN para volumen en mm<sup>3</sup>.  
para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T1	562.68	a
F.I.T1	528.40	b
F.O.T2	351.25	c
F.I.T2	331.93	c
F.O.T3	205.18	d
F.I.T3	194.48	d

Por otra parte el cuadro N° 38 de la prueba de DUNCAN para la característica física de la evaluación de volumen del grano se expresa que los promedios representativos de 562.680 mm<sup>3</sup> para la el tratamiento F.O.T1 y 528.400 mm<sup>3</sup> para el tratamiento F.I.T1 difieren significativamente, existiendo valores de 351.25 mm<sup>3</sup> para la F.O.T2 y 331.93 mm<sup>3</sup> para el tratamiento F.I.T2 expresan una diferencia significativa. Para la comparación de los tratamientos testigos que obtuvieron los resultados más bajo dentro de la evaluación con valores entre 205.180 y 194.480 mm<sup>3</sup>.

Como podemos observar al haber realizado la prueba de DUNCAN para las características físicas como longitud, ancho, espesor, superficie y volumen donde se muestra que existe diferencia altamente significativa para los tratamientos de todas estas variables evaluadas, el cual nos indica que la aplicación de fertilización orgánica e inorgánica influyen directamente en estas características.

Según **Lewis (1993)**, para todos los procesos de molienda es un factor importante la relación del tamaño del grano, existiendo una relación definida óptima entre el tamaño de la partícula y de las bolas si nos referimos a un proceso de molido por bolas cilíndrico-cónico, con la que alcanza mayor eficacia en la reducción del tamaño, por lo que se hace importante la clasificación del grano.

Los cuadros N° 39 y 42 muestran los resultados obtenidos con respecto a la densidad aparente y resistencia a la rotura del grano de maíz amarillo duro, para evaluar las características de almacenamiento y proceso de transformación del maíz como materia prima.

**Cuadro N° 39: Densidad en Kg/m<sup>3</sup> del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	667,00	695,00	719,00	680,00	690,00	714,00
II	675,00	695,00	725,00	680,00	695,00	704,00
III	680,00	700,00	714,00	667,00	695,00	714,00
IV	680,00	690,00	719,00	667,00	667,00	719,00

E cuadro N° 39, es notoria la diferencia que existe en la densidad de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y tamaño del grano con respecto al densidad, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 40, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 40: Análisis de varianza para la densidad del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	DENSIDAD			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	102.458	34.153	0.50	n.s.
A	2	187.042	187.041	2.74	n.s.
B	3	6991.083	3495.541	51.24	**
A*B	3	41.584	20.792	0.30	n.s.
Error	15	945.792	110.597		
Total	23	8267.958			

$R^2 = 90.098\%$

$C.V. = 1.19\%$

$X = 693.792$

El cuadro N° 40 para el análisis de varianza realizada a la evaluación de la densidad del grano de maíz amarillo duro no se encuentra significancia entre dosis de fertilización orgánica y las dosis de fertilización inorgánica pero si entre cada uno de los tratamientos, se encontró valores de un coeficiente de determinación de 90.098% y coeficiente de variabilidad de 1.19% estos nos indican que los valores mencionados están dentro lo permisible para los datos obtenidos en laboratorio.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 41, para la densidad.

**Cuadro N° 41: Prueba de DUNCAN para la densidad en  $Kg/m^3$ . para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T3	719.250	a
F.I.T3	712.750	a
F.O.T2	695.000	b
F.I.T2	686.750	b c
F.O.T1	675.500	c d
F.I.T1	673.500	d

Si observamos el cuadro N° 41 de la prueba DUNCAN para la densidad encontramos que existe diferencia significativa entre tratamientos, habiendo obtenido un valor más alto de 719.25  $Kg/m^3$  para el tratamiento con fertilización orgánica testigo y un valor de 712.50  $Kg/m^3$  para la fertilización inorgánica testigo, estos tratamientos no muestran diferencia significativa alguna, pero al ser comparado con la fertilización orgánica a dosis baja y fertilización inorgánica a dosis baja con valores de 695.00 y 685.75  $kg/m^3$  respectivamente se encuentra altamente significativo y habiendo obtenido valores bajos en la fertilización orgánica a dosis alta y

fertilización inorgánica a dosis alta con valores entre 675.50 y 673.50 kg/m<sup>3</sup>.

La dureza del grano como característica física del grano, es como se muestran en el cuadro N° 42:

**Cuadro N° 42: Resistencia a la rotura en Kg/cm<sup>2</sup> del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	233,10	285,00	185,50	86,10	91,00	259,00
II	206,50	191,70	171,50	217,00	93,10	91,00
III	105,00	94,50	98,00	96,60	80,50	94,50
IV	94,50	86,10	73,50	79,10	75,60	72,10

El cuadro N° 43, es notoria la diferencia que existe en resistencia a la rotura de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y tamaño del grano con respecto a la resistencia a la rotura, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 43, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 43: Análisis de varianza para la resistencia a la rotura del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	RESISTENCIA A LA ROTURA			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	49886.381	16628.794	6.86	n.s.
A	2	9975.604	9975.604	4.12	n.s.
B	3	919.240	459.620	0.19	n.s.
A*B	3	5823.160	2911.580	1.20	n.s.
Error	15	36001.940	4731.190		
Total	23	102606.325			

$$R^2 = 71.66\%$$

$$C.V. = 37.381\%$$

$$X = 131.687$$

En el cuadro N° 43 para el análisis de varianza para la evaluación de la resistencia a la rotura del grano de maíz, no existiendo diferencia significativa alguna encontrándose un coeficiente de variabilidad de 37.38% y un coeficiente de determinación de 71.66% el cual nos indica que los datos obtenidos en el presente cuadro están dentro de los parámetros de confiabilidad para el análisis de laboratorio, al no haber diferencia significativa quiere decir que la incorporación de fertilizante orgánico e inorgánico no es un indicador para la variable de resistencia a la rotura del grano.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 44, para la resistencia a la rotura.

**Cuadro N° 44: Prueba de DUNCAN para resistencia a la rotura en Kg./cm<sup>2</sup>. para el grano de maíz amarillo duro.**

<b>Factor 3 x 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>DUNCAN</b>
F.O.T2	164.33	a
F.O.T1	159.78	a
F.O.T3	132.00	a
F.I.T3	129.15	a
F.I.T1	119.70	a
F.I.T2	85.05	a

Al observar el cuadro N° 44 para la prueba de DUNCAN para la característica física evaluando la resistencia a la rotura del grano de maíz amarillo duro se puede ver que no existe diferencia significativa alguna entre cada uno de los tratamientos existiendo el mayor valor en la fertilización orgánica a dosis baja con un promedio de 164.33 Kg/cm<sup>2</sup> y la de más baja resistencia con un valor de 85.05 Kg/cm<sup>2</sup> para la fertilización inorgánica a dosis baja.

Según **FAO (1993)**. Las densidades aparente de almacenamiento en  $\text{kg/m}^3$  permite o facilita la construcción de silos metálicos, pueden utilizar para calcular la capacidad del almacenamiento de un silo o una planta de silos, cuando no se cuenta con datos más exactos. Un dato más preciso, se puede obtener determinando prácticamente la densidad aparente del grano o granos que se quieren almacenar.

La dureza o resistencia a la rotura, es una propiedad intrínseca del grano que se expresa generalmente en su resistencia a la acción mecánica. Es una característica heredable, modificada por las condiciones de cultivo y el manejo poscosecha. Los granos de mayor dureza son aquellos que presentan una mayor proporción de endospermo córneo.

Según **FAO (1993)**. Cuando se mezclan, transporta, almacenan y envasan productos granulados; es importante conocer las propiedades del material en su conjunto. Por otro lado la densidad aparente y la dureza o resistencia al rotura de un grano dependerá de una serie de factores como son la densidad de sus componentes, la geometría, el tamaño las propiedades de superficie y el método de medida.

## **B) Evaluación Química**

Los cuadros N° 45, 48, 51, 54, 57, 60 y 63 muestran los resultados de los análisis químicos de carbohidratos, grasa, proteína, fibra, almidón, ceniza y humedad respectivamente.

Al determinar el contenido de carbohidratos del grano como característica química del grano, es como se muestran en el cuadro N° 45:

**Cuadro N° 45: Contenido de Carbohidratos en % del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	68.10	69.70	70.30	70.10	71.10	70.80
II	68.50	70.80	72.00	70.60	71.90	72.40
III	70.20	71.90	73.80	72.00	72.30	73.90
IV	70.20	71.00	72.80	72.60	72.20	73.50

El cuadro N° 45, se puede observar la diferencia que existe en el contenido de carbohidratos de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y valor nutricional del grano con respecto al contenido de grasa, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 46, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 46: Análisis de varianza para contenido de carbohidratos del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	CARBOHIDRATOS			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	20.046	6.735	27.93	**
A	2	8.283	8.283	34.36	**
B	3	18.490	9.245	38.34	**
A*B	3	2.790	1.395	5.79	**
Error	15	3.267	0.365		
Total	23	53.036			

$$R^2 = 94.54\%$$

$$C.V. = 0.69\%$$

$$X = 71.36$$

Al observar el cuadro N° 46 para la evaluación del ANVA para el contenido de carbohidratos en % de maíz amarillo duro,

encontrando alta significancia para los tratamientos y bloques respectivamente, con un coeficiente de variabilidad de 0.69% y un coeficiente de determinación de 94.54%, estos valores se encuentran dentro de rango aceptable para las evaluaciones realizadas en laboratorio.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 47, para el contenido de carbohidratos.

**Cuadro N° 47: Prueba de DUNCAN para el contenido de carbohidratos en % para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.I.T3	72.650	a
F.O.T3	72.225	a b
F.I.T2	71.875	b c
F.I.T1	71.325	c d
F.O.T2	70.850	d
F.O.T1	69.250	e

Si observamos el cuadro N° 47 de la prueba DUNCAN para el contenido de carbohidratos encontramos que existe diferencia significativa entre tratamientos, habiendo obtenido un valor más alto de 72.65% para el tratamiento con fertilización orgánica testigo y un valor de 72.225% para la fertilización inorgánica testigo, estos tratamientos no muestran diferencia significativa alguna, pero al ser comparado con la fertilización orgánica a dosis baja y fertilización inorgánica a dosis alta con valores de 71.875 y 71.325% respectivamente, se encuentra altamente significativo y habiendo obtenido valores bajos en la fertilización orgánica a dosis baja y fertilización inorgánica a dosis alta con valores entre 70.85 y 69.25%.

Al determinar el contenido de grasa del grano como característica química del grano, es como se muestran en el cuadro N° 48:

**Cuadro N° 48: Contenido de Grasa en % del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	6.00	6.00	5.80	5.50	5.30	5.30
II	5.70	5.20	5.80	5.50	5.20	5.20
III	5.20	5.20	5.30	5.10	4.90	4.80
IV	5.20	5.20	5.20	5.00	4.90	5.00

El cuadro N° 48, nos muestra que no existe diferencia notable en el contenido de grasa de cada tratamiento, para verificar si existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y la influencia en el valor nutricional del grano con respecto al contenido de grasa, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 49, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 49: Análisis de varianza para el contenido de grasa del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	GRASA			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	1.401	0.467	24.19	**
A	2	0.700	0.700	36.28	**
B	3	0.106	0.054	2.78	n.s.
A*B	3	0.041	0.020	1.06	n.s.
Error	15	0.334	0.054		
Total	23	2.582			

$$R^2 = 91.04\%$$

$$C.V. = 2.62\%$$

$$X = 5.31$$

El cuadro N° 49 para la evaluación del ANVA para el contenido de grasa en % de maíz amarillo duro, nos muestra que existe alta significancia entre los bloques y los tratamientos y no significativo entre las interrelaciones, presentando un coeficiente de

variabilidad de 2.62% y un coeficiente de determinación de 91.04%.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 50, para el contenido de carbohidratos.

**Cuadro N° 50: Prueba de DUNCAN para el contenido de grasa en % para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T1	5.525	a
F.O.T3	5.525	a
F.O.T2	5.400	a b
F.I.T1	5.275	b c
F.I.T2	5.075	c
F.I.T3	5.075	c

De igual manera si observamos el cuadro N° 50 sobre el contenido de grasa en % del grano de maíz casi no existe significancia alguna entre los tratamientos, como se puede observar que el mayor contenido de grasa es el de la fertilización orgánica a dosis alta seguido del testigo de la fertilización orgánica que tienen valores de 5.525 % de grasa, el tratamiento fertilización orgánica baja no difiere de los anteriores, pero si es igual al tratamiento con fertilización inorgánica a dosis alta que tienen valores de 5.275% y 5.075%, el cual es igual al testigo de fertilización inorgánica que tiene un valor de 5.075% de grasa respectivamente.

Al determinar el contenido de grasa del grano como característica química del grano, es como se muestran en el cuadro N° 51:

**Cuadro N° 51: Contenido de Proteína en % del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	12.80	10.30	8.80	10.00	9.40	8.80
II	12.60	10.20	8.50	10.40	9.30	8.40
III	11.60	9.30	7.50	9.50	8.80	7.80
IV	11.60	9.60	7.50	9.50	8.20	7.70

El cuadro N° 51, nos muestra la diferencia que existe en el contenido de proteína de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y valor nutricional del grano con respecto al contenido de grasa, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 52, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 52: Análisis de varianza para el contenido proteico del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	PROTEÍNA			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	5.005	1.668	50.89	**
A	2	6.510	6.510	198.62	**
B	3	33.226	16.613	506.83	**
A*B	3	5.801	2.900	88.49	**
Error	15	0.567	0.091		
Total	23	51.109			

$R^2 = 99.23\%$

C.V. = 1.90%

X = 9.50

Al observar el cuadro N° 52 para la evaluación del ANVA para el contenido de proteína en % de maíz amarillo duro, se muestra que existe alta significancia en los bloques como los tratamientos,

con un coeficiente de variabilidad de 1.90% y un coeficiente de determinación de 99.23%.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 53, para el contenido de carbohidratos.

**Cuadro N° 53: Prueba de DUNCAN para el contenido de proteína en % para el grano de maíz amarillo duro.**

<b>Factor 3 x 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>DUNCAN</b>
F.O.T1	12.150	a
F.O.T2	9.850	b
F.I.T1	9.850	b
F.I.T2	8.920	c
F.I.T3	8.175	d
F.O.T3	8.075	d

Si observamos el cuadro N° 53 de la prueba DUNCAN para el contenido de proteína se puede ver que existe diferencia significativa entre tratamientos, obteniéndose el mayor valor para la fertilización orgánica a dosis alta con un promedio de 12.15% de contenido proteico el cual difiere al de la fertilización orgánica a dosis baja, que es igual a la fertilización inorgánica a dosis alta los cuales tienen valores de 9.85% y son diferentes a la fertilización inorgánica a dosis baja expresada con un valor de 8.92%, y que este a su vez es diferente a los testigos de la fertilización orgánica e inorgánica con valores promedios de 8.175 y 8.075% de proteína respectivamente para el grano de maíz amarillo duro.

Al determinar el contenido de grasa del grano como característica química del grano, es como se muestran en el cuadro N° 54:

**Cuadro N° 54: Contenido de Fibra en % del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	2.20	2.30	2.20	1.80	1.90	2.10
II	2.20	2.00	2.20	2.10	2.30	1.90
III	2.20	2.30	2.20	2.30	2.20	2.30
IV	2.30	2.20	2.00	2.10	2.20	2.00

El cuadro N° 54, nos muestra que no existe diferencia notable en el contenido de fibra de cada tratamiento, para verificar si existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y la influencia en el valor nutricional del grano con respecto al contenido de grasa, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 55, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 55: Análisis de varianza para el contenido de fibra del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	FIBRA			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	0.095	0.031	1.77	n.s.
A	2	0.050	0.050	2.84	n.s.
B	3	0.016	0.008	0.45	n.s.
A*B	3	0.011	0.005	0.30	n.s.
Error	15	0.307	0.048		
Total	23	0.479			

$$R^2 = 55.52\%$$

$$C.V. = 6.21\%$$

$$X = 2.15$$

Para el cuadro N° 55 para la evaluación del ANVA para el contenido de fibra en % de maíz amarillo duro, presenta que no existe diferencia significativa entre los bloques y los tratamientos,

existiendo un coeficiente de determinación de 55.52% y un coeficiente de variabilidad de 6.21%.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 56, para el contenido de carbohidratos.

**Cuadro N° 56: Prueba de DUNCAN para el contenido de fibra en % para el grano de maíz amarillo duro.**

<b>Factor 3 x 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>DUNCAN</b>
F.O.T1	2.225	a
F.O.T2	2.200	a
F.O.T3	2.150	a
F.I.T2	2.150	a
F.I.T1	2.075	a
F.I.T3	2.075	a

El cuadro N° 56 de la prueba DUNCAN para el contenido de fibra se puede ver que no existe diferencia significativa entre tratamientos como demuestra el cuadro. Que las fertilizaciones orgánica e inorgánica a dosis alta, baja y testigo expresando valores promedios comprendidos entre 2.225 y 2.075% de fibra en el grano de maíz amarillo duro, es decir, que la fertilización nitrogenada no influye en el contenido de fibra para el grano de maíz amarillo duro.

Al determinar el contenido de grasa del grano como característica química del grano, es como se muestran en el cuadro N° 57:

**Cuadro N° 57: Contenido de Fibra en % del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	59,50	61,30	62,00	60,10	61,50	61,80
II	60,00	61,80	63,20	61,50	62,50	62,50
III	61,00	62,00	63,80	62,80	62,50	64,00
IV	61,00	62,00	63,00	62,80	63,00	64,00

El cuadro N° 57, nos muestra la diferencia que existe en el contenido de almidón de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y valor nutricional del grano con respecto al contenido de grasa, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 58, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 58: Análisis de varianza para el contenido de almidón del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	ALMIDÓN			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	10.750	3.583	23.41	**
A	2	2.940	2.940	19.21	**
B	3	15.211	7.605	49.69	**
A*B	3	1.853	0.926	6.05	**
Error	15	2.779	0.467		
Total	23	33.533			

$R^2 = 94.52\%$

C.V. = 0.63%

X = 62.07

El cuadro N° 58 para la evaluación del ANVA para el contenido de almidón en % de maíz amarillo duro, nos muestra que existe diferencia significativa entre los bloques, los tratamientos y la

interrelaciones, encontrándose un coeficiente de determinación de 94.52% y un coeficiente de variabilidad de 0.63%.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 59, para el contenido de almidón.

**Cuadro N° 59: Prueba de DUNCAN para el contenido de almidón en % para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.I.T3	63.075	a
F.O.T3	63.000	a b
F.I.T2	62.375	b c
F.I.T1	61.800	c
F.O.T2	61.775	c
F.O.T1	60.375	d

Para el cuadro N° 59 de la prueba DUNCAN para el contenido de almidón en %, se puede ver que existe diferencia significativa entre tratamientos, encontrándose el valor más alto en la fertilización inorgánica testigo con 63.075% que es igual a la fertilización orgánica testigo con 63.000% y este a su vez es similar a la fertilización inorgánica a dosis baja con un valor de 62.375%; el cual difiere de la fertilización inorgánica a dosis alta que tienen un valor promedio de 61.800%, expresando a su vez similitud con lo mostrado por la fertilización orgánica a dosis baja con un valor de 61.775% y difiere directamente con lo tratado con fertilización orgánica a dosis alta expresado en un promedio de 60.375%.

Al determinar el contenido de ceniza del grano como característica química del grano, es como se muestran en el cuadro N° 60:

**Cuadro N° 60: Contenido de Ceniza en % del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	1.20	1.30	1.20	1.10	1.20	1.20
II	1.20	1.30	1.20	1.20	1.20	1.20
III	1.30	1.40	1.40	1.30	1.30	1.40
IV	1.20	1.40	1.40	1.20	1.10	1.30

El cuadro N° 60, nos muestra la diferencia que existe en el contenido de ceniza de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y valor nutricional del grano con respecto al contenido de grasa, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 61, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 61: Análisis de varianza para el contenido de ceniza del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	VOLUMEN			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	0.082	.27	9.80	**
A	2	0.026	0.026	9.60	**
B	3	0.026	0.013	4.65	n.s.
A*B	3	0.021	0.010	3.75	n.s.
Error	15	0.043	0.005		
Total	23	0.198			

$$R^2 = 83.19\%$$

$$C.V. = 4.19\%$$

$$X = 1.26$$

Al observar el cuadro N° 61 para la evaluación del ANVA para el contenido de ceniza en % de maíz amarillo duro, presenta que existe diferencia significativa entre los bloques y los tratamientos,

y no significativa para las interrelaciones, existiendo un coeficiente de determinación de 83.19% y un coeficiente de variabilidad de 4.19%.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 62, para el contenido de ceniza.

**Cuadro N° 62: Prueba de DUNCAN para el contenido de ceniza para el grano de maíz amarillo duro.**

Factor 3 x 2	Promedio	DUNCAN
F.O.T2	1.350	a
F.O.T3	1.300	a b
F.I.T3	1.275	a b c
F.O.T1	1.225	b c
F.I.T2	1.200	c
F.I.T1	1.200	c

Para el cuadro N° 62 de la prueba DUNCAN para el contenido de ceniza en %, se nota que existe una mínima diferencia significativa entre tratamientos al ser comparados entre sus promedios, obteniéndose en la fertilización orgánica a dosis baja un valor de 1.350% y que es similar a la fertilización orgánica testigo con 1.300 y 1.275% respectivamente, este difiere de la fertilización orgánica testigo, que tiene un valor de 1.225% el cual es similar a los tratamientos fertilización inorgánica dosis baja y fertilización inorgánica dosis alta que tienen valores de 1.20% respectivamente.

Al determinar el contenido de ceniza del grano como característica química del grano, es como se muestran en el cuadro N° 63:

**Cuadro N° 63: Contenido de Humedad en % del grano de maíz amarillo duro.**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	10.40	10.40	11.50	11.70	11.10	11.80
II	10.30	10.50	11.80	10.80	10.10	10.90
III	10.00	9.90	9.80	9.80	10.30	10.80
IV	10.00	10.00	11.20	9.60	10.60	10.50

El cuadro N° 63, nos muestra la diferencia que existe en el contenido de ceniza de cada tratamiento, entonces existe diferencia en el manejo de la fertilización para el llenado y valor nutricional del grano con respecto al contenido de grasa, para la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, como se presenta en el cuadro N° 64, utilizando la prueba F con  $\alpha = 0.05$ .

**Cuadro N° 64: Análisis de varianza para el contenido de humedad del grano de maíz amarillo duro.**

F. de V.	G.L.	VOLUMEN			
		S.C.	C.M.	F.c.	Sign.
Bloques	3	3.888	1.296	7.36	**
A	2	0.202	0.202	1.15	n.s.
B	3	2.572	1.286	7.30	**
A*B	3	0.201	0.100	0.57	n.s.
Error	15	3.182	0.532		
Total	23	10.045			

$$R^2 = 78.96\%$$

$$C.V. = 3.97\%$$

$$X = 10.58$$

El cuadro N° 64 para la evaluación del ANVA para el contenido de ceniza en % de maíz amarillo duro, presenta que no existe diferencia significativa entre los bloques, los tratamientos y las

interrelaciones, obteniéndose un coeficiente de determinación de 78.96% y un coeficiente de variabilidad de 3.97%.

Al realizar la prueba de DUNCAN para obtener una mejor comparación entre los parámetros evaluados, como nos muestra el cuadro N° 65, para el contenido de ceniza.

**Cuadro N° 65: Prueba de DUNCAN para la humedad en % para el grano de maíz amarillo duro.**

<b>Factor 3 x 2</b>	<b>Promedio</b>	<b>DUNCAN</b>
F.O.T3	11.080	a
F.I.T3	11.000	a
F.I.T2	10.530	a
F.I.T1	10.480	a
F.O.T2	10.200	a
F.O.T1	10.180	a

El cuadro N° 65 de la prueba DUNCAN para el contenido de humedad en % para el almacenamiento del grano de maíz amarillo duro, se puede ver que no existe diferencia significativa entre tratamientos como demuestra el cuadro. Que las fertilizaciones orgánica e inorgánica a dosis alta, baja y testigo expresando valores promedios comprendidos entre 11.080 y 10.180%, es decir, que la fertilización nitrogenada no influye en el contenido de fibra para el grano de maíz amarillo duro.

Al observar los cuadros de análisis de varianza de las características químicas del maíz amarillo duro, nos demuestra que existe diferencias significativas en casi todos los análisis el cual demuestra que la fertilización orgánica a influenciado en las características químicas del maíz amarillo duro a excepción de la determinación de la fibra que no existe significancia alguna y con un coeficiente de determinación muy baja lo cual puede haber existido error al efectuar el respectivo análisis.

Para esta investigación es importante analizar principalmente la variación de la proteína y los carbohidratos ya que son los componentes más importantes de este alimento dependiendo del uso que se le quiera dar, es decir, ya sea para transformación y consumo humano o para alimentos de animales en especial aves y porcinos.

Según **López (1991)**, respecto al valor nutricional del grano, se establece la relación del contenido de nitrógeno en el grano, existe una relación positiva entre el rendimiento y el contenido de proteínas del mismo. La mejora de la calidad de la proteína del grano, que se relaciona con su alto contenido de lisina dada a partir del mutante opaco -2 que produce granos con altas concentraciones de lisina. Este alto contenido de lisina se debe a la calidad del híbrido y la eficiencia en el uso de nitrógeno que produce una relación (cantidad de grano producido por unidad de fertilizante aplicada).

El grano maduro de maíz está integrado por distintos tejidos que conforman: el germen o embrión (12 %), responsable de formar una futura nueva planta; el endosperma (82 %), estructura de almacenamiento del grano que constituye su principal reserva energética; y el pericarpio o cubierta del grano (5 %), que protege a la semilla de la entrada de hongos y bacterias antes y después de la siembra. El restante 1 % corresponde a los restos del pedicelo en la base del grano.

Si observamos los diferentes cuadros arriba mencionados donde evaluamos mediante la prueba de DUNCAN la comparación de los promedios de las características químicas del grano de maíz amarillo duro, podemos observar que la aplicación de nitrógeno orgánico como inorgánico a influenciado de manera directa en las características como carbohidratos, grasa, proteína, almidón y ceniza, más no así en las características como la fibra y la humedad de almacenamiento del maíz amarillo duro. **Manrique (1997)**.

## VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.- Conclusiones

- Las prácticas culturales realizadas al maíz, como la fertilización con urea a dosis alta es la que mejores resultados de vigorosidad de planta nos muestra con la altura de la planta y como la inserción de mazorca, seguida de la fertilización con humus de lombriz a dosis alta, teniendo como alturas en la planta entre 240.00 y 221.25 cm y altura inserción de la mazorca entre 128.75 y 108.75 cm respectivamente. Observándose además que las plantas con fertilización orgánica presentaban mejor color de planta y tallos más gruesos, esto nos indica que la aplicación directa de nitrógeno en forma orgánica es mejor, porque no sólo aporta nitrógeno sino además fósforo, potasio, azufre, etc.
- La determinación del momento de cosecha para ambos tipos de manejo fue efectiva la evaluación a los 125 días después de la siembra, previa evaluación de humedad del grano en campo que nos mostró promedios de 19.50 a 18.50%, corroborado con la prueba del punto negro, que del total de maíz cosechado presentaban estas características entre el 80 a 90%.
- El rendimiento de maíz tuvo mejores resultados con la fertilización orgánica a dosis alta, seguida de la fertilización inorgánica a dosis alta teniendo como mejores rendimiento 10156.80 Kg./Ha., para cada caso y los más bajos rendimientos fueron dados por los testigos de cada tratamiento en el caso de la fertilización orgánica que se obtuvo un rendimiento de 5206.30 K.g/Ha., como mínimo y el tratado bajo la fertilización inorgánica que nos dio un rendimiento de 3906.30 Kg./Ha., como mínimo. Como podemos ver en el cuadro N° 19 de los resultados para la prueba comparativa de promedios de DUNCAN. Esto nos demuestra que existe influencia a la aplicación de fertilizantes nitrogenados orgánica como inorgánica.

- La fertilización orgánica es una de las mejores opciones para obtener un mejor rendimiento ya que nos da un mejor llenado de la mazorca y buen peso del grano, atribuido al tipo de suelo y abonamiento suministrado al cultivo.
- La fertilización nitrogenada orgánica como inorgánica es un factor importante para mejorar las características físicas del grano de maíz amarillo duro incrementando la longitud, ancho, espesor, superficie y volumen.
- La dureza, como atributo de calidad del maíz, es determinada por el ligamento entre el almidón y las proteínas del endosperma, cuyo incremento se ve atribuido a la proporcionalidad del contenido proteico.
- Los contenidos del 12.15 % de proteína y 69.25 % de carbohidratos de maíz amarillo duro tratados con fertilización orgánica, frente al 9.85 % de proteína y el 71.325 % de carbohidratos tratados con fertilización inorgánica, se destaca que ambos casos son superiores a los establecidos por Collazos (1996).
- Los granos de maíz amarillo duro, tratados con fertilización orgánica a dosis alta, presentan mejores propiedades fisicoquímicas, frente a los tratados con fertilización inorgánica y a los testigos en todos los niveles.

## 5.2.- Recomendaciones

- Realizar otras pruebas utilizando fertilización orgánica (humus de lombriz), probando una dosis intermedia a las aplicadas en el experimento.
- Realizar otras pruebas de siembra en el mismo campo experimental para evaluar el efecto residual de la fertilización orgánica.
- Probar la acción del abonamiento con humus de lombriz en diferentes tipos de suelo, con diferentes pH y zonas para evaluar su acción en el cultivo de maíz.
- Fomentar el cultivo de productos orgánicos ya que permite revertir la calidad nutricional del suelo y mejora las condiciones para el cultivo, ya que se da un proceso de integración de los componentes de la materia orgánica y el aprovechamiento que hace la planta de los micronutrientes que ésta brinda.
- Evaluar las raciones alimenticias en porcinos, aves, peces y otros animales, con maíces altamente proteicos obtenidos bajo una fertilización orgánica a dosis alta.
- Realizar pruebas en procesos de transformación tecnológica con maíz amarillo duro obtenidos bajo fertilización orgánica a dosis alta y evaluar su calidad nutricional del producto final.
- Evaluar la presencia de toxinas en el maíz tratados bajo fertilización orgánica a dosis alta. Si conocemos que la presencia de toxinas se arrastra desde el manejo agronómico del cultivo por la aplicación de insecticidas que propician el desarrollo de las mismas.

## VI BIBLIOGRAFÍA

1. **A.O.A.C. (1990).** "Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist". Arlinton, V.A.
2. **ANDREW J. (2001)** "Textura de los Alimentos" – Medida y Percepción. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
3. **ARAYA, J. (1996)** "Producción de Harinas" – "Las harinas". [En Línea] [http://www.pasqualinonet.com.ar/las\\_harinas.htm](http://www.pasqualinonet.com.ar/las_harinas.htm).
4. **BALLENA CH. P. (2002)** "Métodos Estadísticos para la Investigación". Universidad Nacional de San Martín.
5. **BALCARCE I. (2003)** "La calidad del Grano de maíz - Factores" [En Línea] <http://www.a-campo.com.ar/espanol/maiz/maiz3>
6. **BUCKMAN, H. y BRADY C. (1987)** "Naturaleza y Propiedades de los Suelos". Editorial Montaner y Simón. España.
7. **CALLEJOS G., M. J. (2002)** "Industria de cereales y derivados" – Editorial Mundi Prensa. Madrid – España.
8. **CIMMYT (1995)** Manejo de los Ensayos e Información de los Datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz - México
9. **CHANDUVI R. (2002)** "Compostaje y Lombricultura Piramidal" Universidad Nacional de Piura – Facultad de Agronomía
10. **COLLAZOS C. (1996)** Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (Séptima Edición) MINSA.

11. **Encarta (2004)** "El maíz" Enciclopedia Microsoft.
12. **Enciclopedia Agrícola (1995)** "Producción Agropecuaria" Terranova Editores. Bogota - Colombia
13. **FAO (1993)**. "El Maíz en la Nutrición Humana " – Roma
14. **GONZALES A., U (1985)** "El Maíz y su Conservación". Edit. Trillas - México
15. **INFOAGRO.COM (2003)** El cultivo del Maíz [En línea]  
<http://www.abcaagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp>,
16. **INFOAGRO.COM (2003)** Producción de Humus de Lombriz [En línea]  
<http://www.manualdelombricultura.com/lombricultores/peru.html>
17. **ITDG (1998)** "Procesamiento de Cereales" 2da Edición – Lima.
18. **JUGENHIEMER R.W. (1990)** "Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas". Editorial Acribia-Zaragoza – España.
19. **LEONARD, D. (1985)** "Cultivos Tradicionales" Washintong D.C.
20. **LÓPEZ B. L. (1991)** "Cultivos Herbáceos Cereales" Ediciones Multiprensa .  
Bilbao - España
21. **LLANOS, M. C. (1994)** "El Maíz, su Cultivo y Aprovechamiento". Ediciones Mundi-Prensa. Castellón. 37 Madrid-1.
22. **MANRRIQUE CH. P. (1997)** "El Maíz en el Perú". Ediciones de CONCYTEC.  
Lima – Perú.

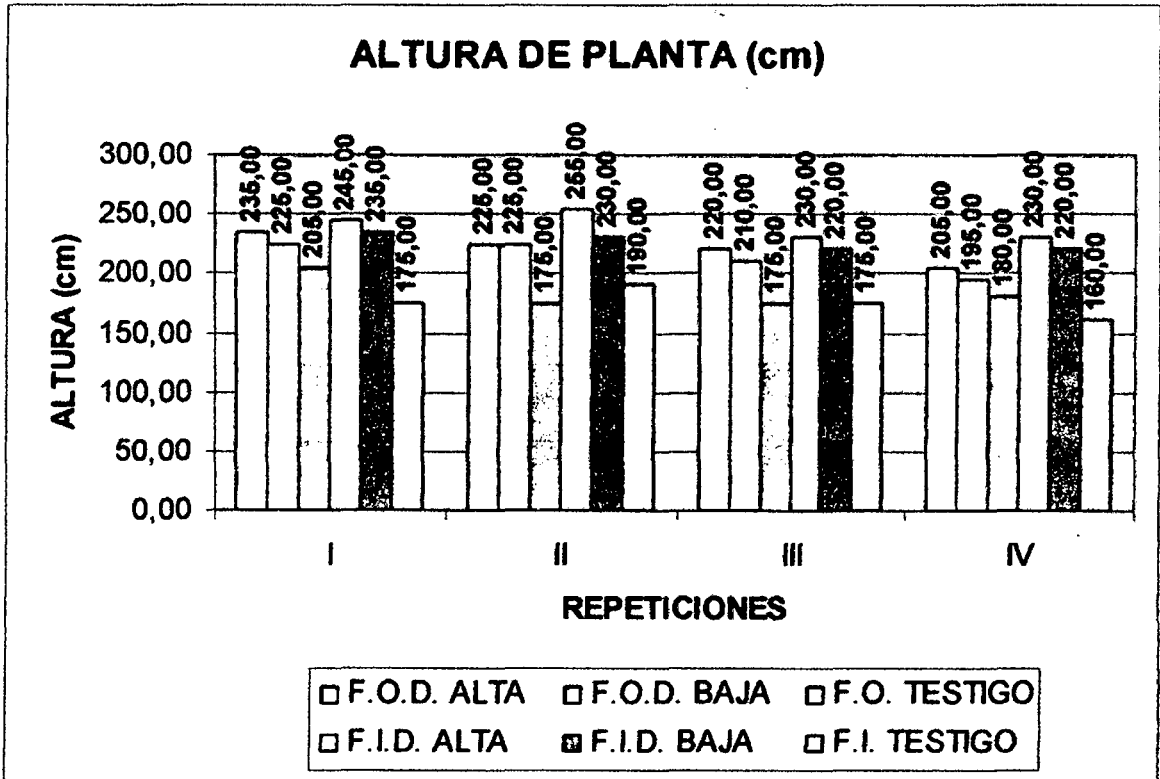
23. **MANRIQUE A., FEGAN W., SÁNCHEZ H., NORIEGA V., BORBOR M., Y CHURA J. (1993)** "Manual del Maíz para la Costa" Proyecto Transformación de la Tecnología Agropecuaria - TTA. Lima - Perú.
24. **METCALFE. (1987)** . "Producción de cosechas fundamentos y practicas Editorial Limusa. México apina et al.
25. **Ministerio de Agricultura – Dirección de Promoción Agraria (1993)**  
*Boletín:* Cultivo de Maíz Amarillo Duro – Piura.
26. **Ministerio de Agricultura – Dirección de Promoción Agraria (2003)**  
Cultivo de Maíz Amarillo Duro – Piura.
27. **Ministerio de Agricultura (2003)** "Maíz en Cifras y Estadísticas" Oficina de Información Agraria - Piura
28. **MORAN M. J. Y TEJADA R. J. (1994)** Producción del Cultivo de Maíz Amarillo Duro. INIA – E.E. Agropecuaria El Chira – Piura.
29. **OSTLE B. (1986)** "Estadística Aplicada" Editorial Limusa – México.
30. **PINEDA M. R. (1996)** "Humus de lombriz – Preparación y usos" Centro de Investigación y Promoción del Campesino. Piura – Perú.
31. **POTTER N. (1992).** "La ciencia de los alimentos" Primera Edición. Editorial Udetex S.A. México.
32. **REYES R. M. (1993)** "Cultivo de Maíz" Manual para la Educación Agropecuaria. Editorial Trilla.
33. **TSCHEUSCHNER H. (2001)** "Fundamentos de la Tecnología de los Alimentos" Editorial Acribia. Zaragoza – España.

34. **VILLAGARCÍA S. Y ZAPATA F. (1998)** "Manual de Uso de Fertilizantes".  
UNA "La Molina". Lima – Perú.
  
35. **WEBER, E. A. (1989)** "Armazenagem Agrícola". Kepler Weber Industrial.  
Porto Alegre.

## VII ANEXOS

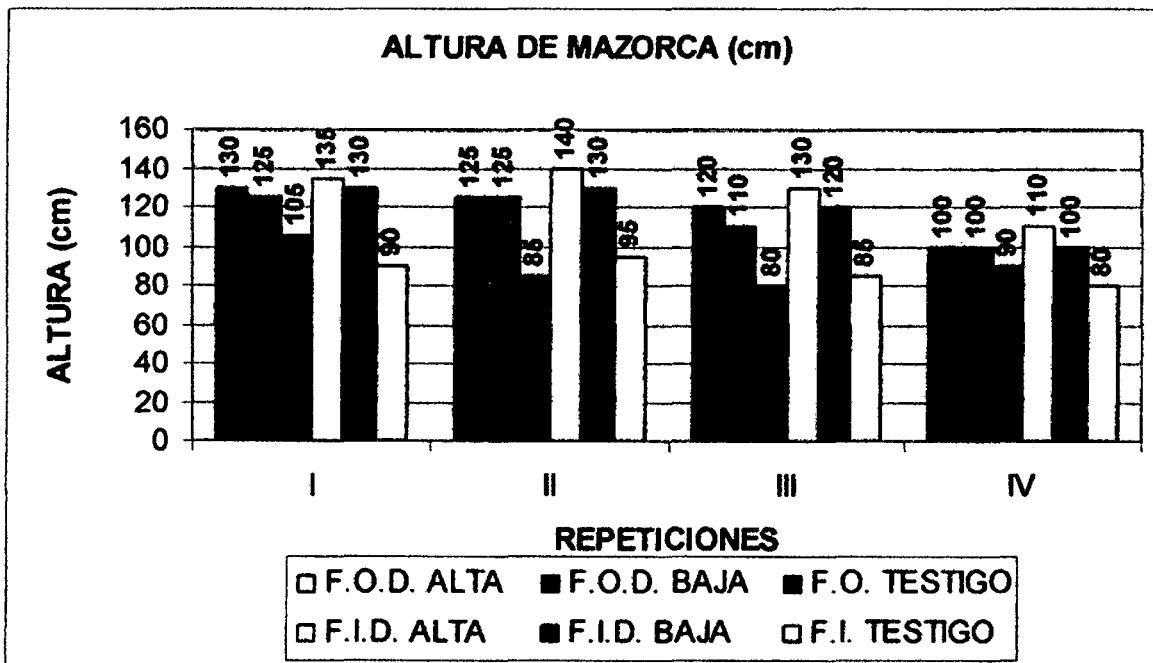
## ANEXI 01: Evaluación del Cultivo de Maíz Amarillo Duro

### 1.1 Datos para la Evaluación de Altura de Planta



### 1.2 Datos para la Evaluación de Altura de Inserción de Mazorca

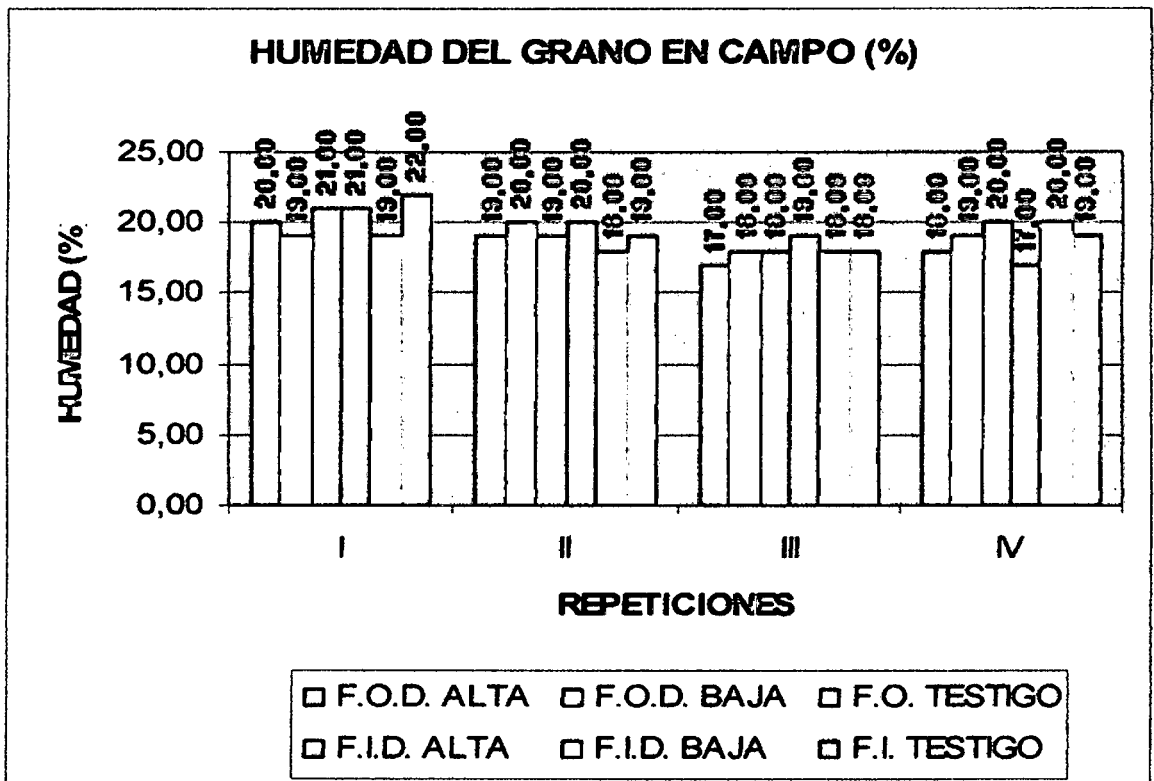
Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	130	125	105	135	130	90	715
II	125	125	85	140	130	95	700
III	120	110	80	130	120	85	645
IV	100	100	90	110	100	80	580
<b>TOTALES</b>	<b>475</b>	<b>460</b>	<b>360</b>	<b>515</b>	<b>480</b>	<b>350</b>	<b>2640</b>
<b>Promedios</b>	<b>118.75</b>	<b>115</b>	<b>90</b>	<b>128.75</b>	<b>120</b>	<b>87.5</b>	



## ANEXO 02: Evaluación de Cosecha del Maíz Amarillo Duro

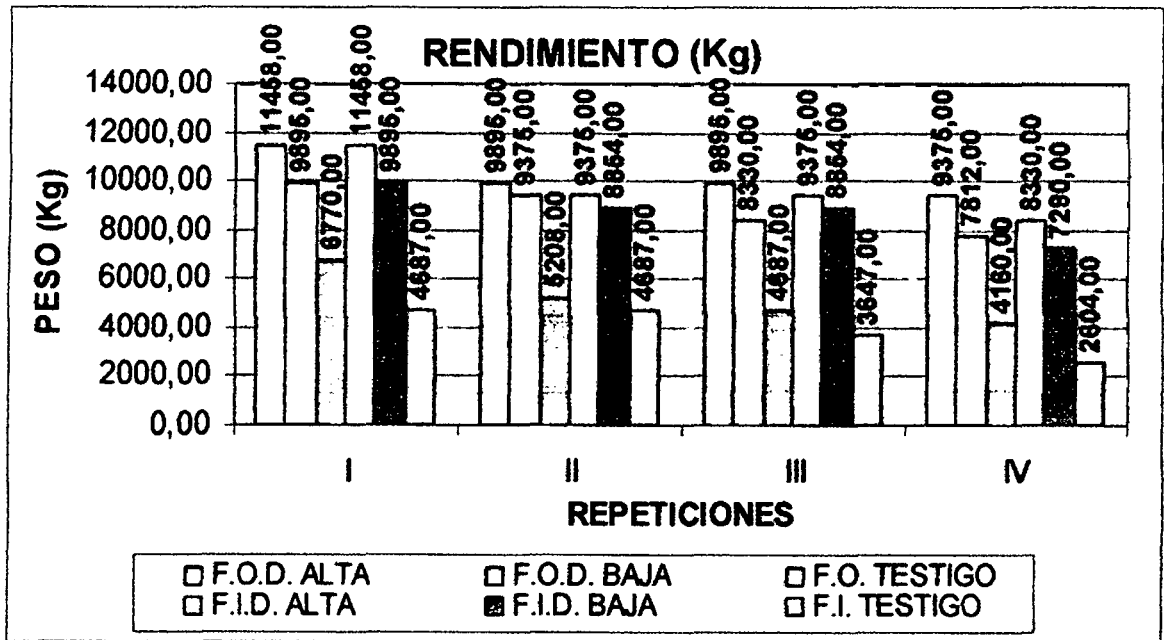
### 2.1 Datos para la Evaluación del Momento de Cosecha

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	20.00	19.00	21.00	21.00	19.00	22.00	122
II	19.00	20.00	19.00	20.00	18.00	19.00	115
III	17.00	18.00	18.00	19.00	18.00	18.00	108
IV	18.00	19.00	20.00	17.00	20.00	19.00	113
<b>TOTALES</b>	74	76	78	77	75	78	458
<b>Promedios</b>	18.5	19	19.5	19.25	18.75	19.5	



## 2.2 Evaluación para el Rendimiento

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	11458.00	9895.00	6770.00	11458.00	9895.00	4687.00	54163.00
II	9895.00	9375.00	5208.00	9375.00	8854.00	4687.00	47394.00
III	9895.00	8330.00	4687.00	9375.00	8854.00	3647.00	44788.00
IV	9375.00	7812.00	4160.00	8330.00	7290.00	2604.00	39571.00
<b>TOTALES</b>	<b>40623.00</b>	<b>35412.00</b>	<b>20825.00</b>	<b>38538.00</b>	<b>34893.00</b>	<b>15625.00</b>	<b>185916.00</b>
<b>Promedios</b>	<b>10155.75</b>	<b>8853.00</b>	<b>5206.25</b>	<b>9634.5</b>	<b>8723.25</b>	<b>3906.25</b>	

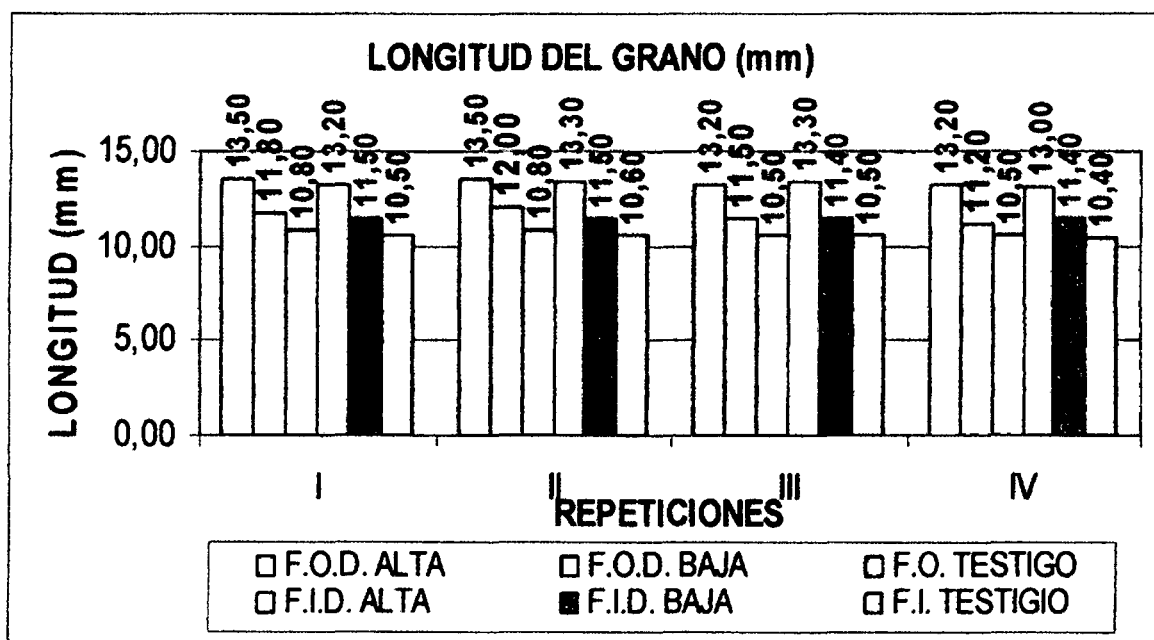


### 2.3 Evaluación Fisicoquímica del Grano

#### A. EVALUACIÓN FÍSICA

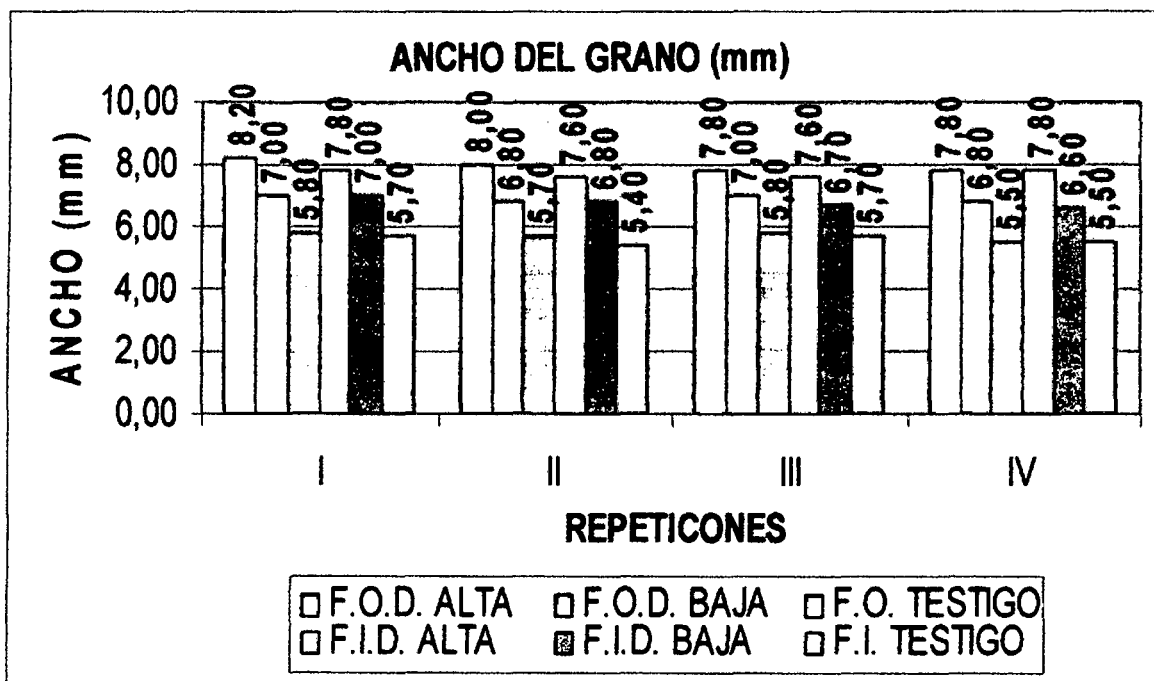
##### a.1) Evaluación de la longitud

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	13,50	11,80	10,80	13,20	11,50	10,50	71,3
II	13,50	12,00	10,80	13,30	11,50	10,60	71,7
III	13,20	11,50	10,50	13,30	11,40	10,50	70,4
IV	13,20	11,20	10,50	13,00	11,40	10,40	69,7
<b>TOTALES</b>	53,4	46,5	42,6	52,8	45,8	42	283,1
<b>Promedios</b>	13,35	11,625	10,65	13,2	11,45	10,5	



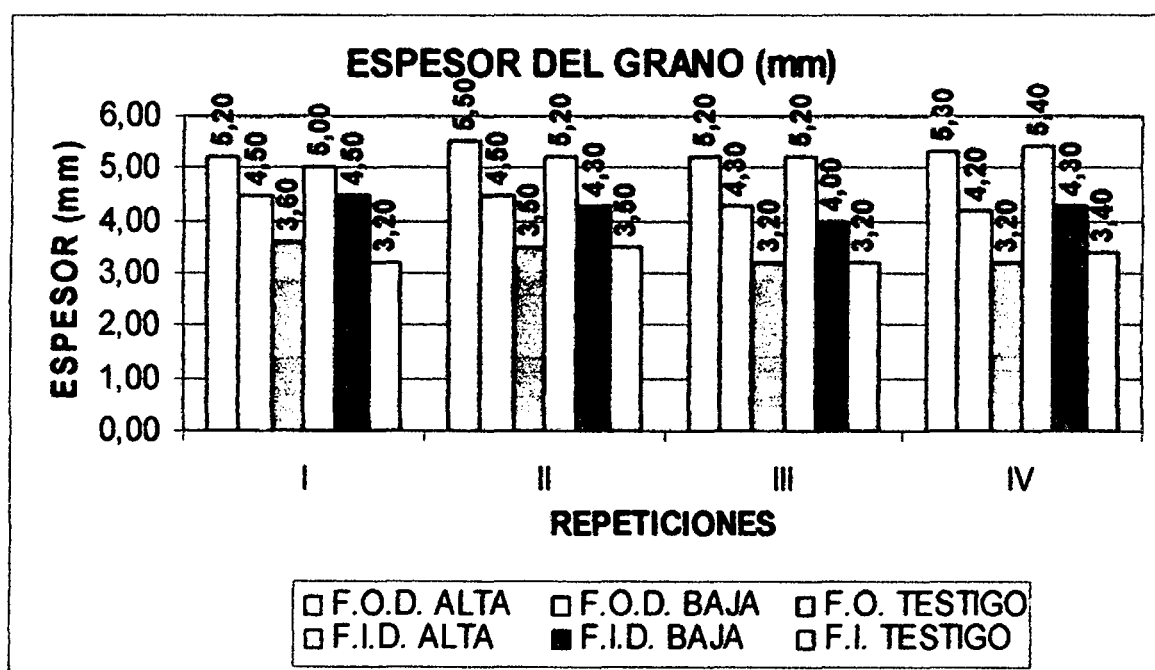
**a.2) Evaluación de la Ancho**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	8,20	7,00	5,80	7,80	7,00	5,70	41,50
II	8,00	6,80	5,70	7,60	6,80	5,40	40,30
III	7,80	7,00	5,80	7,60	6,70	5,70	40,60
IV	7,80	6,80	5,50	7,80	6,60	5,50	40,00
<b>TOTALES</b>	31,8	27,6	22,8	30,8	27,1	22,3	162,40
<b>Promedios</b>	7,95	6,9	5,7	7,7	6,775	5,575	



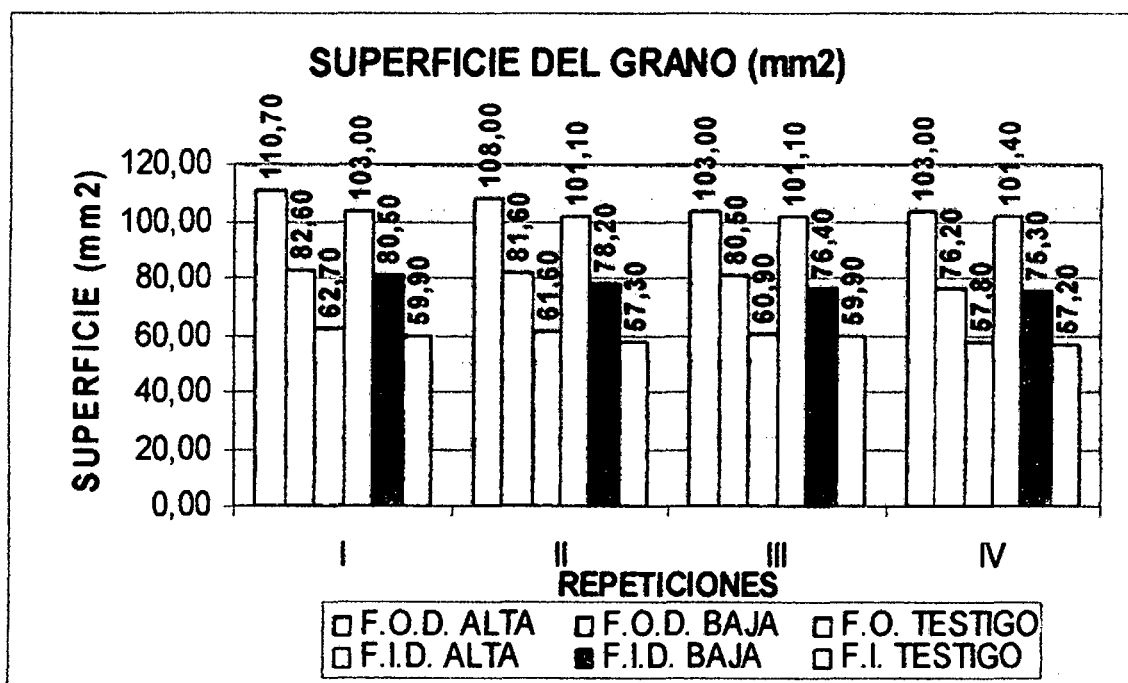
**a.3) Evaluación del Espesor**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	5,20	4,50	3,60	5,00	4,50	3,20	26,00
II	5,50	4,50	3,50	5,20	4,30	3,50	26,50
III	5,20	4,30	3,20	5,20	4,00	3,20	25,10
IV	5,30	4,20	3,20	5,40	4,30	3,40	25,80
<b>TOTALES</b>	21,2	17,5	13,5	20,8	17,1	13,3	103,40
<b>Promedios</b>	5,3	4,375	3,375	5,2	4,275	3,325	



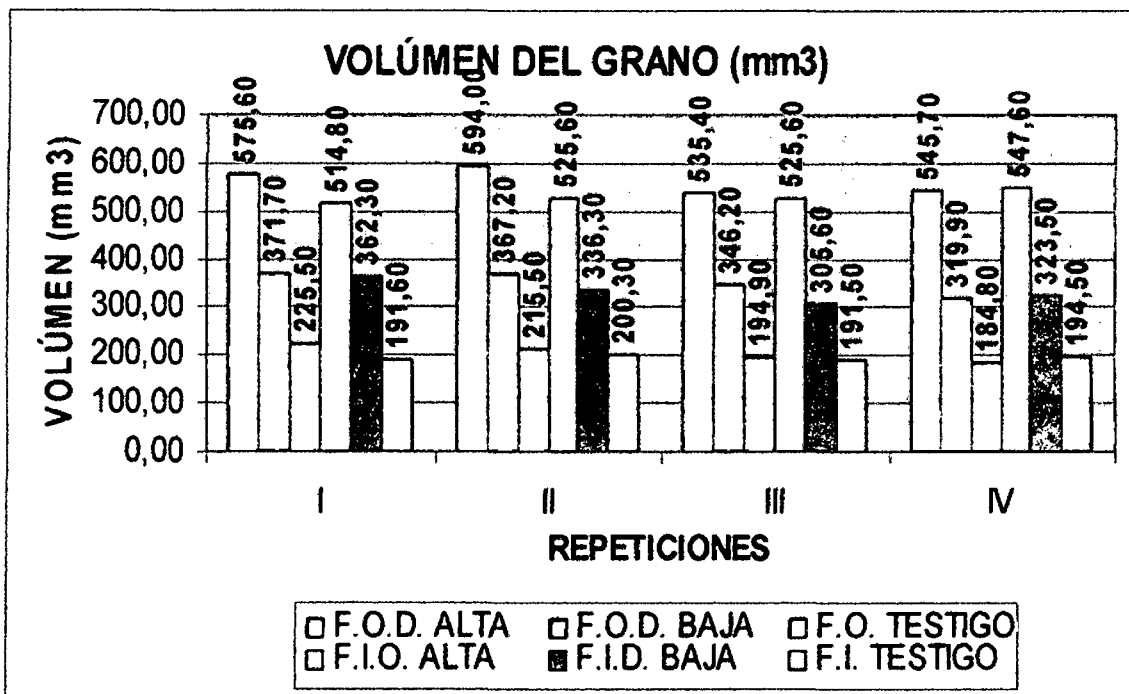
#### a.4) Evaluación de la Superficie

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	110,70	82,60	62,70	103,00	80,50	59,90	499,40
II	108,00	81,60	61,60	101,10	78,20	57,30	487,80
III	103,00	80,50	60,90	101,10	76,40	59,90	481,80
IV	103,00	76,20	57,80	101,40	75,30	57,20	470,90
<b>TOTALES</b>	424,7	320,9	243	406,6	310,4	234,3	1939,90
<b>Promedios</b>	106,175	80,225	60,75	101,65	77,6	58,575	



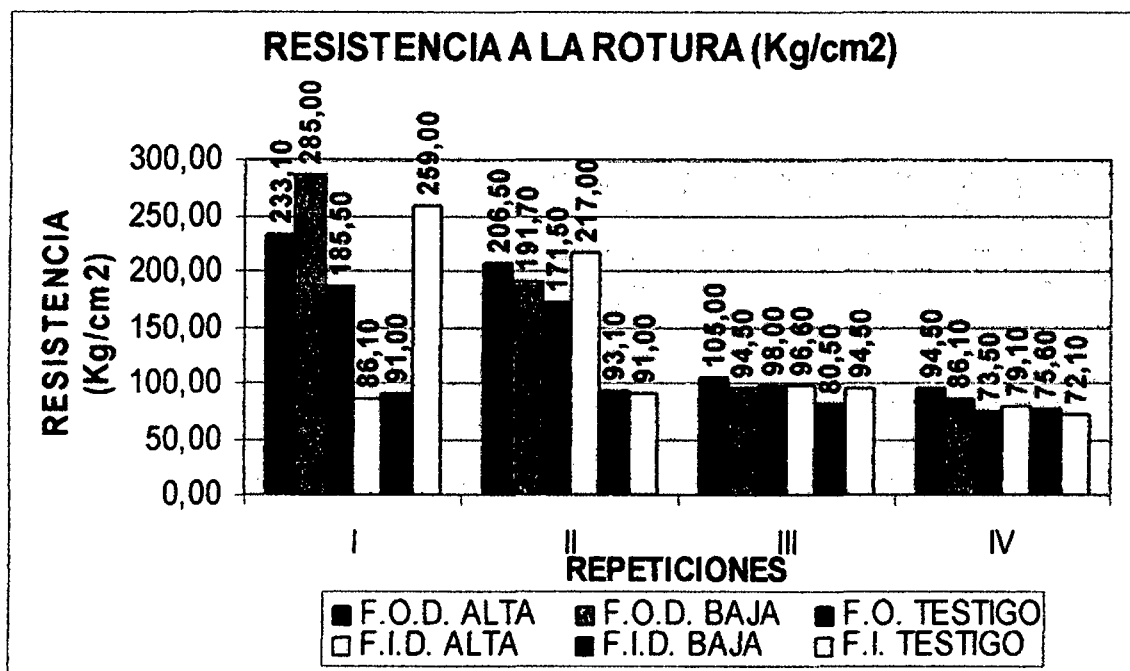
#### a.4) Evaluación del Volumen

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	575,60	371,70	225,50	514,80	362,30	191,60	2241,50
II	594,00	367,20	215,50	525,60	336,30	200,30	2238,90
III	535,40	346,20	194,90	525,60	305,60	191,50	2099,20
IV	545,70	319,90	184,80	547,60	323,50	194,50	2116,00
<b>TOTALES</b>	2250,7	1405	820,7	2113,6	1327,7	777,9	8695,60
<b>Promedios</b>	562,675	351,25	205,175	528,4	331,925	194,475	



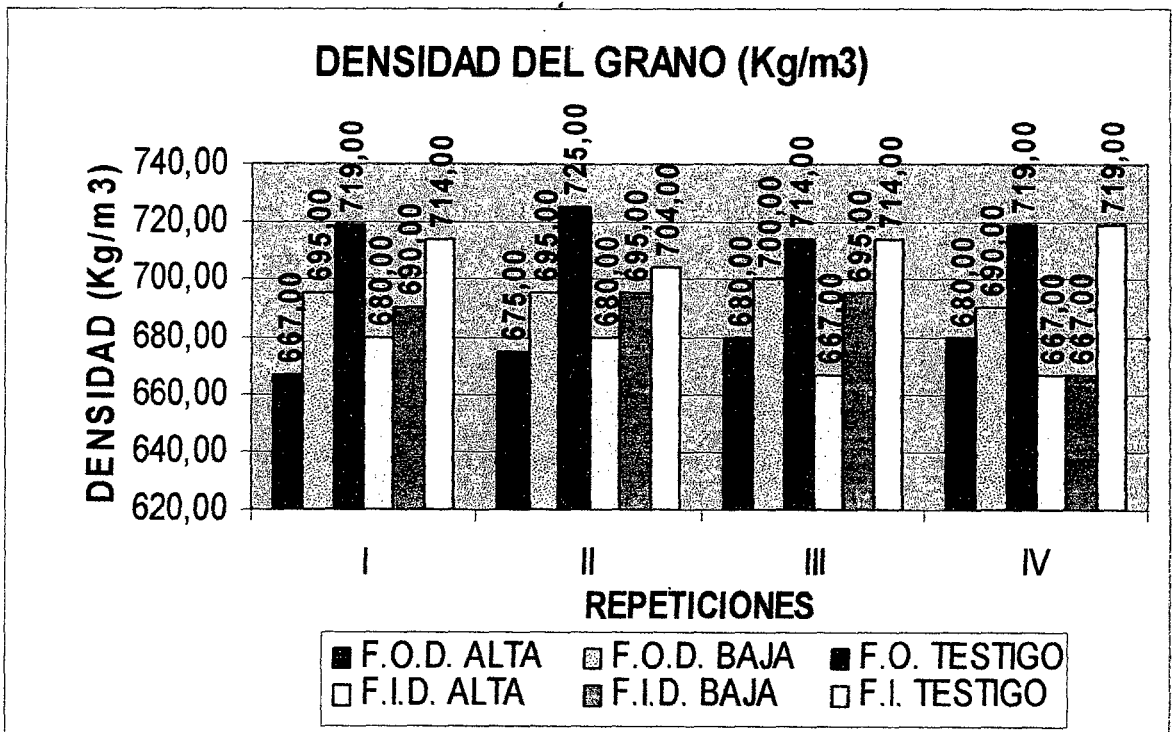
**a.5) Evaluación de la Resistencia**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	233,10	285,00	185,50	86,10	91,00	259,00	1139,70
II	206,50	191,70	171,50	217,00	93,10	91,00	970,80
III	105,00	94,50	98,00	96,60	80,50	94,50	569,10
IV	94,50	86,10	73,50	79,10	75,60	72,10	480,90
<b>TOTALES</b>	639,1	657,3	528,5	478,8	340,2	516,6	3160,50
<b>Promedios</b>	159,775	164,325	132,125	119,7	85,05	129,15	



**a.6) Evaluación de la Densidad**

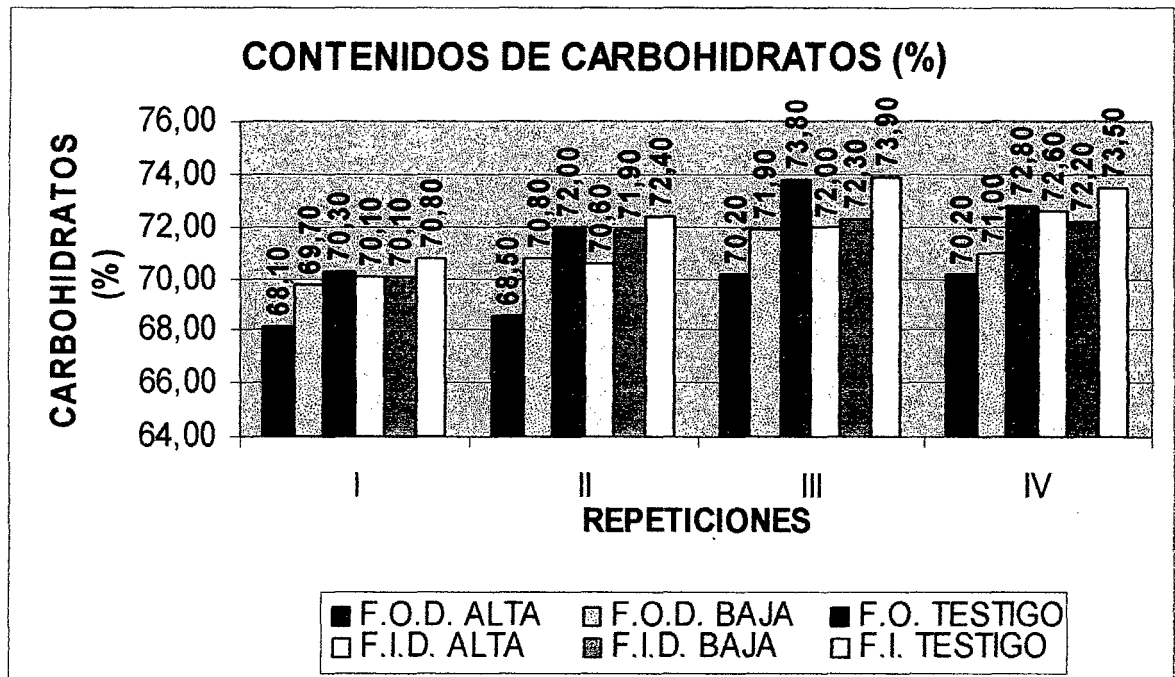
Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	667,00	695,00	719,00	680,00	690,00	714,00	4165,00
II	675,00	695,00	725,00	680,00	695,00	704,00	4174,00
III	680,00	700,00	714,00	667,00	695,00	714,00	4170,00
IV	680,00	690,00	719,00	667,00	667,00	719,00	4142,00
<b>TOTALES</b>	2702	2780	2877	2694	2747	2851	16651,00
<b>Promedios</b>	675,5	695	719,25	673,5	686,75	712,75	



## B. EVALUACIÓN QUÍMICA

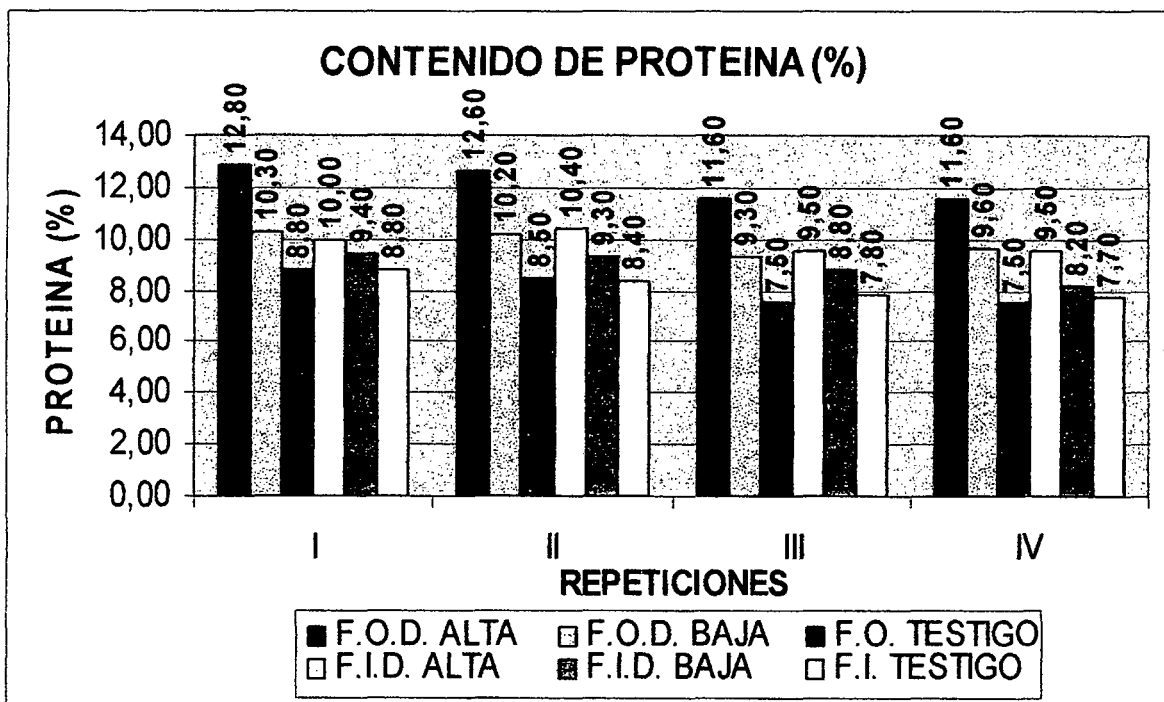
### b.1) De Carbohidratos

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	68.10	69.70	70.30	70.10	71.10	70.80	420.1
II	68.50	70.80	72.00	70.60	71.90	72.40	426.2
III	70.20	71.90	73.80	72.00	72.30	73.90	434.1
IV	70.20	71.00	72.80	72.60	72.20	73.50	432.3
<b>TOTALES</b>	277	283.4	288.9	285.3	287.5	290.6	1712.7
<b>Promedios</b>	69.25	70.85	72.225	71.325	71.875	72.65	



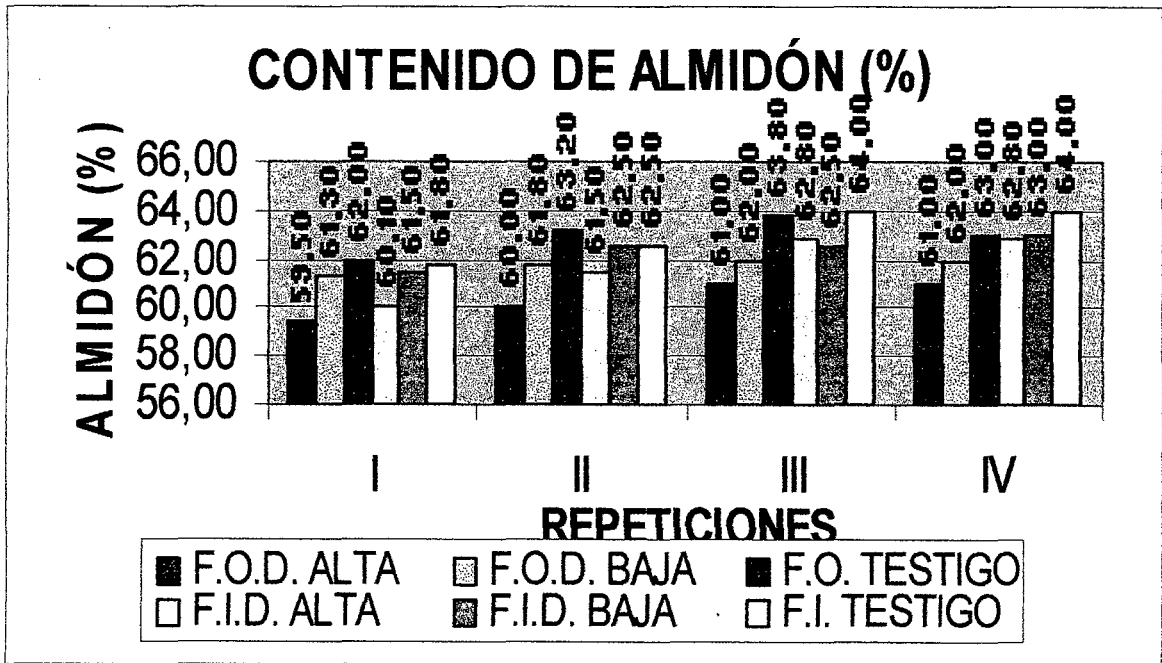
#### b.2) De Proteínas

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	12.80	10.30	8.80	10.00	9.40	8.80	60.1
II	12.60	10.20	8.50	10.40	9.30	8.40	59.4
III	11.60	9.30	7.50	9.50	8.80	7.80	54.5
IV	11.60	9.60	7.50	9.50	8.20	7.70	54.1
<b>TOTALES</b>	<b>48.6</b>	<b>39.4</b>	<b>32.3</b>	<b>39.4</b>	<b>35.7</b>	<b>32.7</b>	<b>228.1</b>
<b>Promedios</b>	<b>12.15</b>	<b>9.85</b>	<b>8.075</b>	<b>9.85</b>	<b>8.925</b>	<b>8.175</b>	



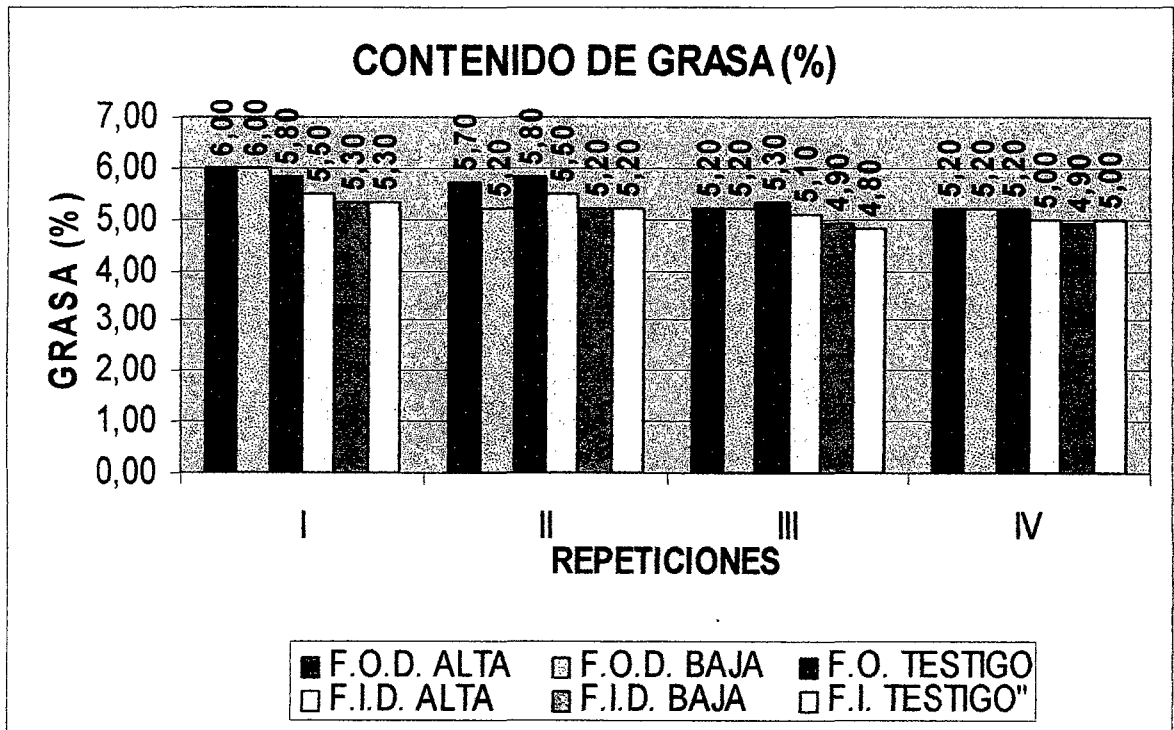
### b.3) Del Almidón

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	59,50	61,30	62,00	60,10	61,50	61,80	366,2
II	60,00	61,80	63,20	61,50	62,50	62,50	371,5
III	61,00	62,00	63,80	62,80	62,50	64,00	376,1
IV	61,00	62,00	63,00	62,80	63,00	64,00	375,8
<b>TOTALES</b>	241,5	247,1	252	247,2	249,5	252,3	1489,6
<b>Promedios</b>	60,375	61,775	63	61,8	62,375	63,075	



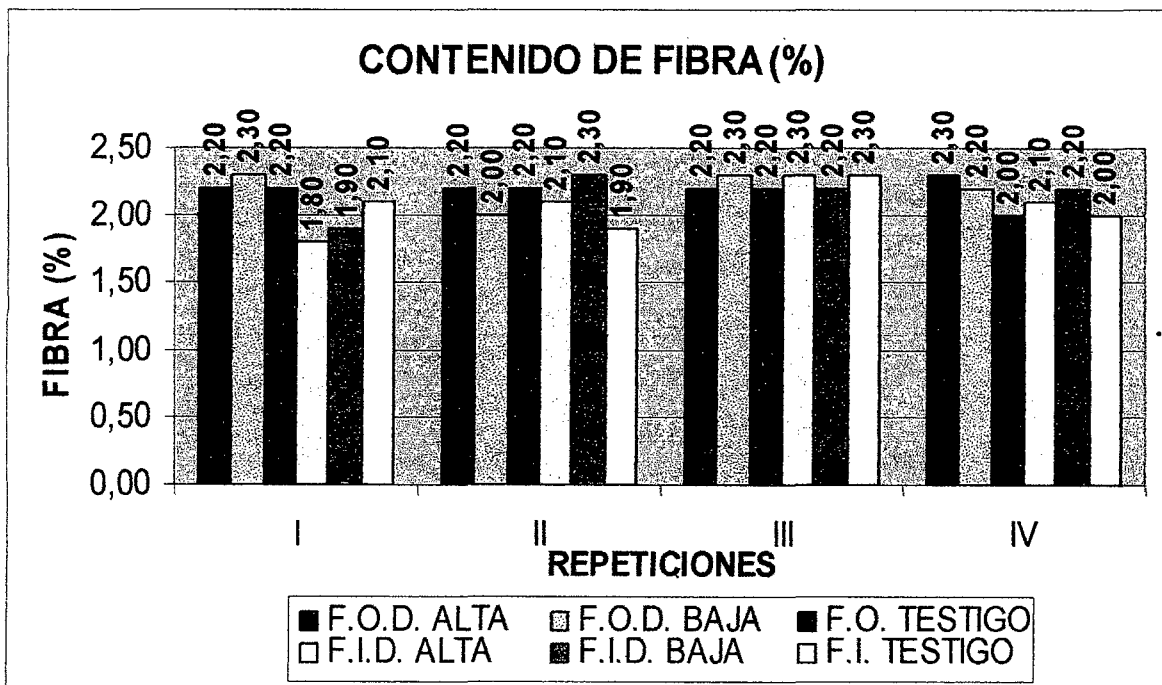
**b.4) De la Grasa**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	6.00	6.00	5.80	5.50	5.30	5.30	33.9
II	5.70	5.20	5.80	5.50	5.20	5.20	32.6
III	5.20	5.20	5.30	5.10	4.90	4.80	30.5
IV	5.20	5.20	5.20	5.00	4.90	5.00	30.5
<b>TOTALES</b>	22.1	21.6	22.1	21.1	20.3	20.3	127.5
<b>Promedios</b>	5.525	5.4	5.525	5.275	5.075	5.075	



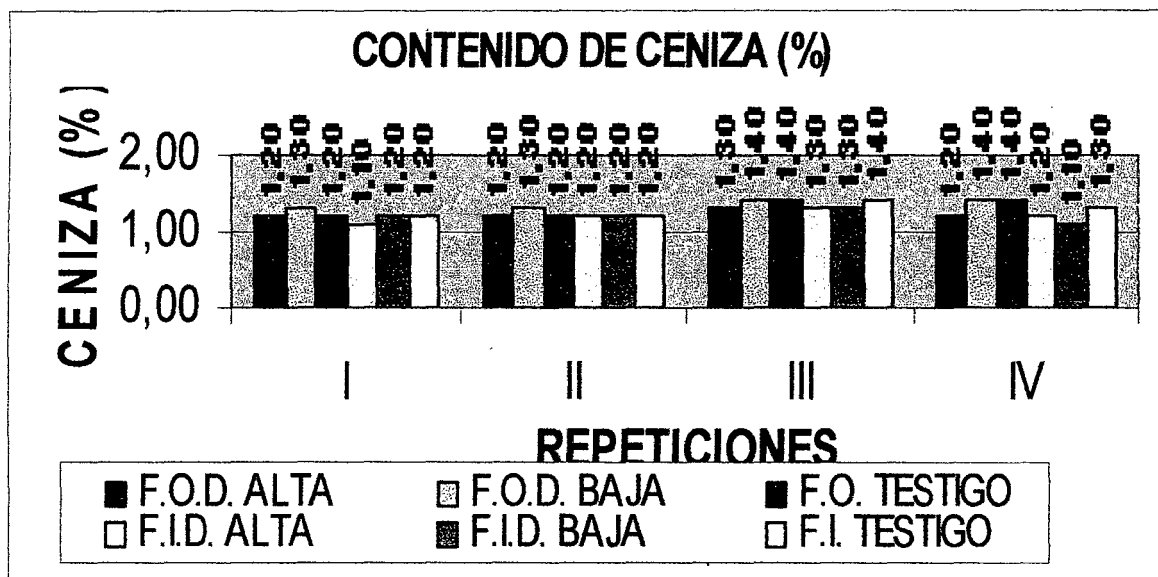
#### b.5) De la Fibra

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	2.20	2.30	2.20	1.80	1.90	2.10	12.5
II	2.20	2.00	2.20	2.10	2.30	1.90	12.7
III	2.20	2.30	2.20	2.30	2.20	2.30	13.5
IV	2.30	2.20	2.00	2.10	2.20	2.00	12.8
<b>TOTALES</b>	8.9	8.8	8.6	8.3	8.6	8.3	51.5
<b>Promedios</b>	2.225	2.2	2.15	2.075	2.15	2.075	



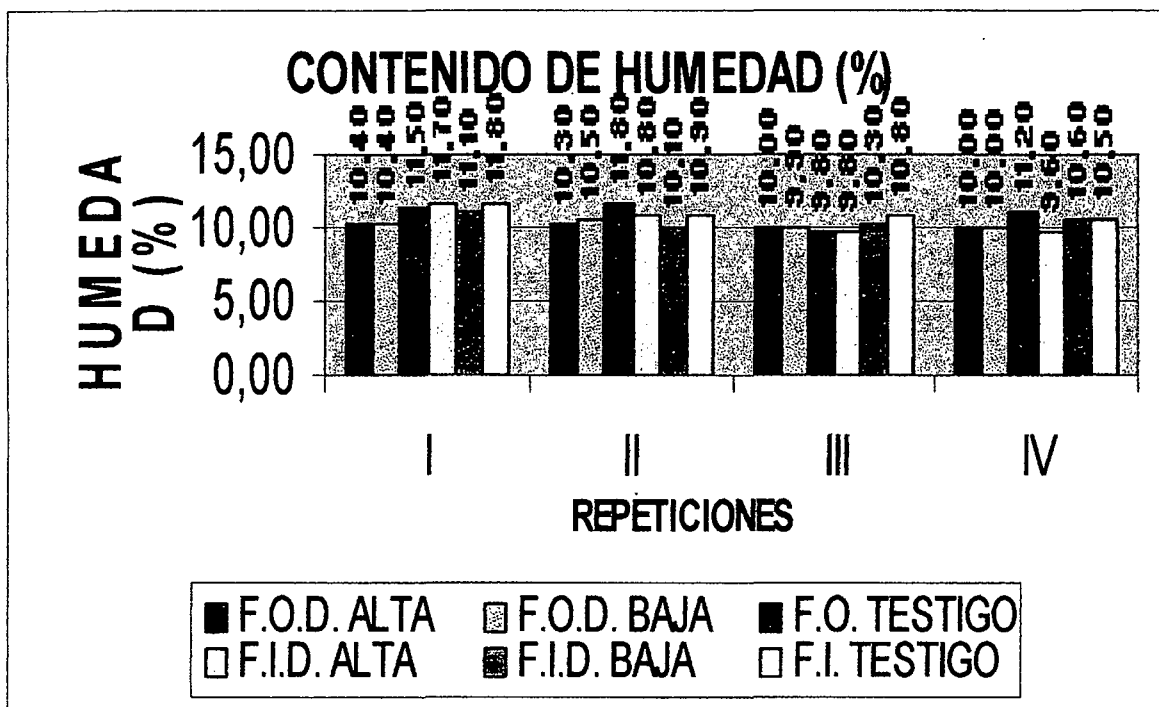
**b.6) De la Ceniza**

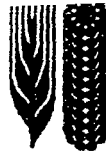
Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	1.20	1.30	1.20	1.10	1.20	1.20	7.2
II	1.20	1.30	1.20	1.20	1.20	1.20	7.3
III	1.30	1.40	1.40	1.30	1.30	1.40	8.1
IV	1.20	1.40	1.40	1.20	1.10	1.30	7.6
<b>TOTALES</b>	4.9	5.4	5.2	4.8	4.8	5.1	30.2
<b>Promedios</b>	1.225	1.35	1.3	1.2	1.2	1.275	



**b.6) De la Humedad**

Observaciones	FERT. ORGANICA			FERT. INORGANICA			TOTAL
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
I	10.40	10.40	11.50	11.70	11.10	11.80	66.90
II	10.30	10.50	11.80	10.80	10.10	10.90	64.40
III	10.00	9.90	9.80	9.80	10.30	10.80	60.60
IV	10.00	10.00	11.20	9.60	10.60	10.50	61.90
<b>TOTALES</b>	40.70	40.80	44.30	41.90	42.10	44.00	253.80
<b>Promedios</b>	10.18	10.20	11.08	10.48	10.53	11.00	





---

**CIMMYT**

---

**Manejo de los ensayos e informe  
de los datos para el Programa de Ensayos  
Internacionales de Maíz del CIMMYT**

# Indice

- 3    Introducción
- 5    Ensayos Internacionales de Prueba de Progenies
- 8    Ensayos de Variedades Experimentales, Ensayos de Variedades Elite y  
      Ensayos de Híbridos del CIMMYT
- 10   Manejo de los ensayos
- 11   Recolección de los datos de los ensayos
- 18   Sanidad de la semilla

# Introducción

Este folleto contiene información y lineamientos sobre el manejo de ensayos y la recolección de datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. Los cuatro tipos de ensayos que componen este programa -los Ensayos Internacionales de Prueba de Progenies (IPTT), los Ensayos Internacionales de Variedades Experimentales (EVT), los Ensayos Internacionales de Variedades Elite (ELVT) y los Ensayos de Híbridos del CIMMYT (CHT)- constituyen los principales medios con los cuales el Centro y sus colaboradores de los programas nacionales de investigación combinan sus esfuerzos para evaluar el germoplasma de maíz en una amplia gama de condiciones de cultivo en unos 80 países.

El desarrollo y la distribución de esta tecnología comienza con la recombinación y el mejoramiento -bajo una selección no muy rigurosa- de los 33 complejos de germoplasma de maíz formados por este Centro, que son grandes reservorios de variabilidad genética clasificados según su zona de adaptación, su período de madurez y el tipo y el color de grano. A partir de los materiales más promisorios de estos complejos, nuestros científicos han derivado 23 poblaciones avanzadas, superiores en cuanto al rendimiento y otros atributos. En un sistema cíclico continuo (ilustrado en la Figura, página 4), estas poblaciones continúan en proceso de mejoramiento y han sido puestas a disposición de los colaboradores de los programas nacionales mediante los IPTT.

En cada IPTT, se evalúan las progenies de hermanos completos o medios hermanos de una determinada población de maíz, en un mínimo de seis localidades situadas en diversas partes del mundo. Se analizan unas 15 poblaciones por año y los resultados de los ensayos se utilizan para dos propósitos. En primer lugar, basados en la información proporcionada por los colaboradores en los ensayos, los científicos del CIMMYT seleccionan las mejores 50 ó 60 familias para someterlas a mejoramiento intrapoblacional, y luego recombinan y regeneran cada población para el siguiente ciclo de mejoramiento.

El segundo y más importante empleo de los resultados de los IPTT es el desarrollo de variedades experimentales (EV), algunas de las cuales se derivan de las 10 mejores familias de cada sitio y otras, de las 10 mejores familias en todos los sitios. Estas variedades son avanzadas a la fase  $F_2$  y enviadas a los colaboradores como parte de los EVT, cada uno de los cuales es evaluado en 30-50 localidades. Una vez que se han analizado los datos provenientes de esos ensayos, los científicos del CIMMYT seleccionan las variedades con mejor comportamiento para preparar los ELVT, que son distribuidos a 60-80 localidades y realizados en forma muy similar a los EVT.

Si bien es cierto que la información reunida a partir de los IPTT nos es muy útil en el mejoramiento continuo de las poblaciones de maíz, los principales beneficiarios de estos y otros tipos de ensayos son los participantes en el programa de ensayos. Los datos provenientes de los colaboradores son analizados en el Centro y la información resultante le es devuelta de inmediato a cada colaborador. Los resultados correspondientes a todos los ensayos se publican y se distribuyen en un

informe preliminar y otro final. Con esta información, los mejoradores de maíz de los programas nacionales deciden si van a utilizar el germoplasma superior como introducciones en sus viveros de mejoramiento o como posibles variedades que serían evaluadas en los campos de los agricultores para ser, finalmente, liberadas.

El CIMMYT envía gratuitamente a los colaboradores que lo solicitan cantidades razonables de este germoplasma. Los colaboradores pueden utilizarlo del modo que mejor se adapte a las necesidades de sus programas. Sólo les pedimos que al utilizarla mencionen el origen de la semilla, pues esto nos permite documentar el empleo de este germoplasma en los programas nacionales. Se toman todas las precauciones posibles para asegurar que la semilla enviada a los colaboradores sea sana y esté exenta de enfermedades (para mayores detalles sobre la sanidad de la semilla, véanse las páginas 18-20).

El valor de la información generada por el Programa de Ensayos Internacionales y los avances del trabajo de mejoramiento dependen en gran medida del cuidado con que los colaboradores realicen los ensayos y de la precisión con que registren los datos. Por consiguiente, se debe prestar mucha atención a las instrucciones y lineamientos que se presentan en las páginas siguientes.

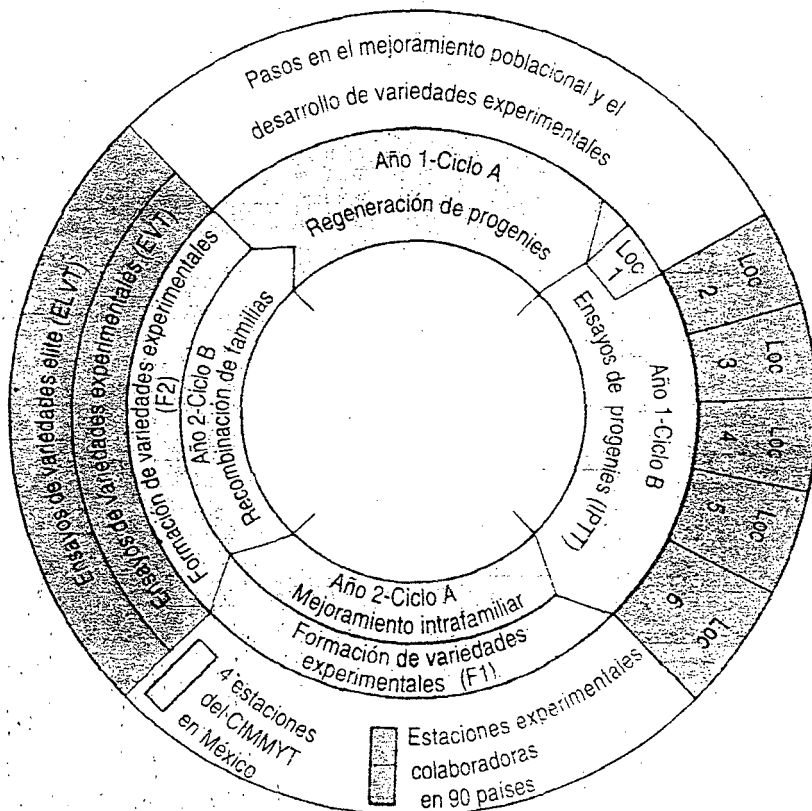


Figura 1. Diagrama de las operaciones efectuadas con el germoplasma desde el mejoramiento de poblaciones hasta concluir el programa de ensayos internacionales.

# Ensayos Internacionales de Prueba de Progenies

En cada IPTT, las progenies de hermanos completos o medios hermanos de una población particular de maíz son evaluadas en hasta cinco sitios por los colaboradores de los programas nacionales, y en una localidad de México por nuestros científicos. La información reunida sobre el rendimiento, la adaptación y la resistencia a las enfermedades e insectos, se utiliza en el CIMMYT para seleccionar progenies con el fin de recombinarlas y formar variedades experimentales.

## Diseño experimental

Cada ensayo contiene un total de 196 entradas: 190 progenies y seis testigos. Las entradas deben ser evaluadas en un diseño de látice simple de 14 x 14, con dos repeticiones. Recomendamos el plan de campo que se muestra en la Figura 2, por ser muy adecuado para el diseño experimental. En este plan, cada repetición tiene dos bloques de ancho por cuatro dobles de largo. Cada bloque contiene 14 surcos y los dobles están generalmente separados entre sí por callejones angostos. Los surcos borderos, que tienen plantas de la misma altura y madurez que los materiales evaluados en los IPTT, se siembran a ambos lados del ensayo para eliminar los efectos de los bordos en las parcelas de las orillas.

Con el fin de facilitar la siembra, los paquetes de semillas que se envían están preparados por número de parcela y en el orden exacto en que se deberá sembrar el material en el campo.

Si no es posible sembrar el ensayo conforme al diseño recomendado, junto con los datos que se devuelven al CIMMYT para su análisis envíe un esquema detallado que muestre cómo se realizó la siembra.

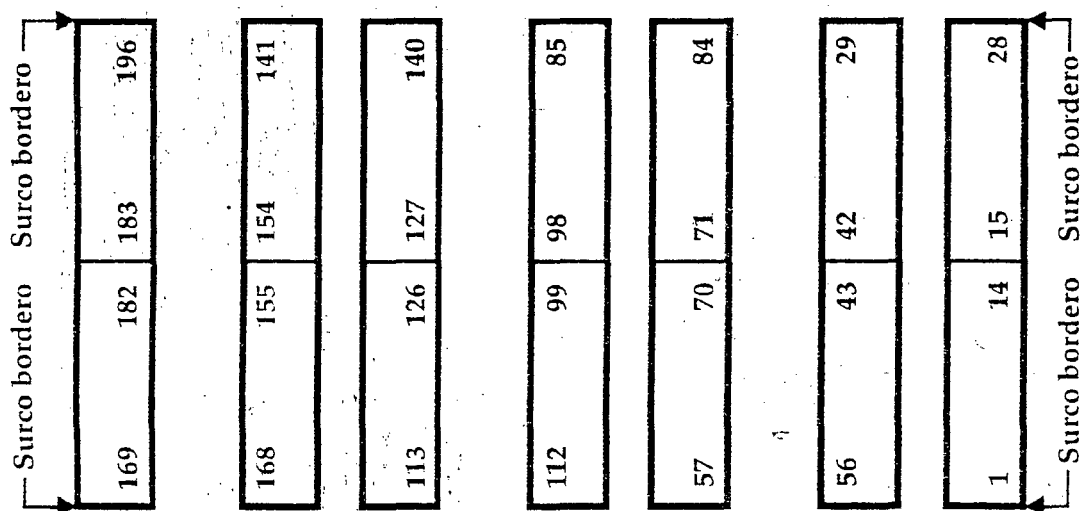


Figura 2. Plan de campo recomendado para los IPTT. Estos ensayos tienen un diseño de látice simple de 14 x 14, con dos repeticiones (aquí se muestra sólo una repetición). Cada repetición de las 196 entradas tiene dos bloques de ancho y siete dobles de largo. Hay 14 surcos en cada bloque y los siete dobles están separados por callejones. Los surcos borderos eliminan los efectos de los bordos en los surcos en las orillas de las parcelas.

## Tamaño de la parcela

Para que se expresen plenamente el potencial de rendimiento y otras características agronómicas, se debe sembrar el ensayo con una densidad óptima. En los ensayos efectuados en las localidades de evaluación del CIMMYT en México, la densidad es de 53,000 plantas por hectárea para obtener un establecimiento perfecto. Se siembran los materiales en parcelas con un surco de 5 m de longitud y un espaciamiento de 75 cm entre surcos y de 50 cm entre matas (o golpes). Estas dimensiones se considerarán apropiadas de acuerdo con la madurez y la altura de planta en México.

Cada sobre de semillas del envío debe contener 33 semillas para sembrar una parcela de un surco. Recomendamos que se siembren tres semillas por golpe y que luego **se raleen las plantas a dos**. Un establecimiento perfecto tendrá 11 golpes, o 22 plantas, por surco.

Si en su estación experimental se utiliza un ancho del surco distinto del de los sitios de evaluación del CIMMYT, mantenga su distancia entre surcos, pero asegúrese de ajustar el espaciamiento entre matas o la longitud del surco para lograr una densidad de 53,000 plantas por hectárea. Si usa este procedimiento, registre la longitud de la parcela y el espaciamiento entre matas en el libro de campo, para que se puedan calcular correctamente la densidad de siembra y el tamaño de la parcela. El Cuadro 1 presenta las dimensiones de parcela que le darán una densidad aproximada de 53,000 plantas por hectárea.

**Nota:** La altura y la madurez de los materiales de maíz pueden variar de una localidad a otra. Cuando exista esa variación, se debe ajustar la densidad de siembra al nivel que se considere más apropiado. Asegúrese de registrar las dimensiones de la parcela para que su tamaño se pueda calcular con precisión.

**Cuadro 1. Dimensiones requeridas para obtener una densidad de 53,000 plantas por hectárea.**

Distancia entre surcos (cm)	Con 1 planta/golpe		Con 2 plantas/golpe	
	Distancia entre matas (cm)	Largo de surcos (m) (para 22 plantas)	Distancia entre matas (cm)	Largo de surcos (m) (para 22 plantas)
65	29	6.09	58	5.8
70	27	5.67	54	5.4
75	25	5.25	50	5.0
80	24	5.04	48	4.8
85	22	4.62	44	4.4
90	21	4.41	42	4.2
95	20	4.20	40	4.0
100	19	3.99	38	3.8

# Ensayos de Variedades Experimentales, Ensayos de Variedades Elite y Ensayos de Híbridos del CIMMYT

Las variedades experimentales formadas sobre la base de los resultados de los IPTT se evalúan por primera vez en los EVT. Se organizan estos ensayos según la adaptación (a zonas tropicales, subtropicales o altas), la madurez (precoz, intermedia o tardía) y el color del grano (blanco o amarillo).

Las variedades experimentales superiores identificadas en los EVT son entonces seleccionadas para formar los ELVT, los cuales se agrupan normalmente conforme a la adaptación, la madurez y la calidad de proteína. Estos ensayos son más pequeños que los EVT, pero se evalúan en muchas más localidades. La relación entre los IPTT, los EVT y los ELVT se describe anualmente en el informe final del Programa Internacional de Ensayos de Maíz.

En 1994, se introdujeron los ensayos de híbridos del CIMMYT (CHT) en el Sistema Internacional de Ensayos. Esos ensayos se agrupan conforme a la adaptación y el color del grano.

## Diseño experimental

Cada EVT incluye 15-20 variedades experimentales y cada ELVT, 8-12 variedades elite, más dos testigos de referencia y dos testigos locales. Cada CHT incluye hasta 16 híbridos experimentales del CIMMYT, un híbrido testigo común, una EV testigo y dos híbridos testigo locales. Para los tres tipos de ensayos, el CIMMYT utiliza un diseño de bloques completos al azar (RCB) con cuatro repeticiones.

Con el fin de facilitar la siembra, se preparan los sobres por número de parcela y en el orden exacto en que se deben sembrar los materiales en el campo.

Envíe un esquema detallado del plan de su ensayo junto con los datos que devuelve al CIMMYT para su análisis.

## Tamaño de la parcela

Se deben sembrar los EVT, ELVT y CHT en parcelas de dos surcos. En el CIMMYT, los surcos tienen 5 m de largo, con un espaciamiento de 75 cm entre surcos y de 50 cm entre matas, con 11 golpes por surco. Cada sobre de semilla contiene 66 semillas para sembrar una parcela. Se siembran tres semillas por golpe y luego se ralea para que queden dos plantas por golpe. Por consiguiente, un establecimiento perfecto tendrá 22 plantas por surco, 44 plantas por parcela y una densidad de 53,000 plantas por hectárea.

Si este plan no fuera adecuado para su estación experimental o localidad, ajuste el ancho y la longitud del surco, el espaciamiento entre golpes y la densidad de población en la forma más apropiada para el material que se está evaluando. No olvide registrar estas dimensiones en el libro de campo para que podamos calcular con precisión los rendimientos.

## Testigos locales

En los EVT, los ELVT y los CHT, las variedades elite o los híbridos se comparan con las variedades o híbridos superiores de maíz de los programas nacionales de mejoramiento u otra institución del país. Para ese propósito, se incluyen ocho sobres vacíos donde se colocarán las semillas de dos testigos locales que deberán tener cuatro repeticiones. Ponga 66 semillas de cada variedad testigo en cada uno de los cuatro sobres.

Las semillas de estas variedades deberán ser de muy alta calidad para asegurar que su comportamiento en el ensayo refleje verdaderamente su potencial genético. Como otra garantía para la evaluación exacta del germoplasma, en el CIMMYT se aplica a las semillas de las EV y los testigos de referencia un tratamiento combinado de un insecticida sistémico (Furadán) y un fungicida preventivo (Thiram), cuyos detalles se presentan en las páginas 19-20. Le sugerimos tratar la semilla de los testigos locales con los mismos productos u otros similares.

No olvide registrar los nombres de las variedades testigo locales en el libro de campo que enviará al CIMMYT.

# Manejo de los ensayos

Los mejores resultados se obtienen en ensayos sembrados en terrenos con suelo uniforme, lejos de los árboles. La selección adecuada del terreno es muy importante en ensayos grandes como los IPTT, aunque el efecto de la variación del suelo sobre los resultados de los ensayos se puede disminuir con un buen plan de campo y el empleo de un diseño en láctice (véase el plan de campo sugerido para los IPTT en la Figura 2, página 5).

Los EVT, los ELVT y los CHT son evaluados en un diseño de bloques completos al azar. El plan de los bloques o las repeticiones dependerá de la fertilidad del suelo u otros factores condicionantes y de la experiencia con la parcela.

En esta etapa de la evaluación, es conveniente aplicar fertilizantes apropiados para que se manifieste todo el potencial genético de las variedades. En general, se debe aplicar nitrógeno en una dosis de 100-200 kg/ha; las dosis de los otros nutrimentos variarán según la localidad. En una etapa posterior, se pueden evaluar los materiales bajo condiciones de manejo menos ideales, que se asemejen más a las prácticas comunes de los agricultores de la zona cercana al sitio de evaluación. Sin embargo, si lo prefiere puede realizar los EVT, ELVT y CHT bajo las condiciones locales de manejo para que los resultados sean más útiles a los agricultores. En ambos casos, se debe proteger el ensayo de los pájaros y los animales ya que el daño que ocasionan puede arruinar el experimento.

# Recolección de los datos de los ensayos

## Instrucciones generales

Junto con las semillas enviadas se incluye un duplicado del libro de campo con formularios para registrar los datos y las observaciones. Las características que se deberán anotar están descritas en las páginas 12-17. No es necesario registrar datos de todas las características; seleccione las que son más importantes para sus propósitos y que se relacionan con diferencias obvias entre las variedades.

**Anote datos de cada repetición de cada entrada.** Si no se registran los datos de una parcela, se considerarán como valores faltantes. En la actualidad, el CIMMYT no tiene programas de computadora que puedan tomar en cuenta los valores faltantes.

Con el fin de ayudarnos a evitar demoras y errores, anote los datos directamente en el libro de campo y no en otro cuaderno, ya que tendrían que ser copiados después en el libro de campo. Para una mayor seguridad contra los errores al registrar y analizar los datos en la computadora, por favor escriba la información en la forma más clara y nítida que sea posible.

Tan pronto como se hayan registrado los datos finales de la cosecha, la copia verde del formulario, donde se lee "PARA DEVOLVER AL CIMMYT", debe ser enviada por correo aéreo al CIMMYT. Conserve el original amarillo que dice "PARA EL COLABORADOR" para su propio archivo y análisis.

Además de la copia verde de su libro de campo, devuelva al CIMMYT los tres elementos que se señalan a continuación, los cuales fueron incluidos en el envío de la semilla:

1. La hoja de resumen del ensayo, que incluye el número y la localidad del ensayo, los nombres de las variedades testigo, el nombre del colaborador y la dirección a la cual deberemos enviar el análisis completo del ensayo. El análisis de datos tomará de una a dos semanas, y en algunos casos más tiempo, según nuestra carga de trabajo.
2. El formulario con tres hojas titulado "Notas generales a tomar", que proporciona información detallada sobre la ubicación de la estación, la fecha de siembra, el fertilizante aplicado, el clima, los tamaños de las parcelas y otras observaciones sobre el ciclo de cultivo. Esta información nos ayudará a interpretar los resultados y proporcionará la base para agrupar los sitios según las condiciones ambientales al efectuar el análisis de todos los sitios.
3. El formulario titulado "Registro diario de la lluvia y la temperatura durante el desarrollo del cultivo". Esta información es esencial para calcular la temperatura y la humedad disponible durante las etapas críticas de crecimiento del maíz.

## Variables que se registrarán

En las secciones siguientes se dan instrucciones para recopilar datos sobre diversas características del maíz evaluado en los ensayos internacionales (el subtítulo correspondiente a cada característica va acompañado del nombre exacto con que aparece en el libro de campo). Para los IPTT, que se cultivan en parcelas de un surco, se tomarán los datos de **todo el surco**. Para los EVT, los ELVT y CHT, se deberán registrar los datos de **ambos surcos** de cada parcela.

**Plantas establecidas (PT ST).** En los IPTT, se refiere al número de plantas por parcela de un surco, y en los EVT, los ELVT y los CHT, al número de plantas en los dos surcos centrales de cada parcela de cuatro surcos. La determinación de las plantas establecidas es particularmente útil en los sitios donde se presentan ciertas enfermedades virales o el mildiú veloso. Determine el número de plantas establecidas aproximadamente tres semanas después de la siembra y registre estos datos en la columna designada "PT ST". Se deben determinar las plantas establecidas después del raleo.

**Días a la floración (DIAS A FLOR).** Registre el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de la parcela tienen estigmas de 2-3 cm de largo. También puede registrar los días transcurridos hasta que se alcanza el 50% de la emisión de polen. Si utiliza este último procedimiento, escriba "días a la emisión de polen" en la columna "días a flor" o en una columna en blanco, para que se pueda codificar correctamente la información.

**Cuadro 2. Enfermedades que provocan lesiones en las hojas del maíz.**

Código	Nombre común	Agente patógeno
a.	Antrácnosis	<i>Colletotrichum graminicola</i>
b.	Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	<i>Cercospora zeae-maydis</i>
c.	Mancha foliar por <i>Curvularia</i>	<i>Curvularia</i> spp.
d.	Tizón foliar por <i>Maydis</i>	<i>Helminthosporium maydis</i>
e.	Tizón foliar por <i>Turcicum</i>	<i>H. turcicum</i>
f.	Tizón foliar por <i>Carbonum</i>	<i>H. carbonum</i>
g.	Tizón foliar	<i>Helminthosporium</i> spp.
h.	Bandeado de la hoja y la vaina	<i>Hypochnus sasakii</i>
i.	Tizón amarillo por <i>Phyllosticta</i>	<i>Mycosphaerella/Phyllosticta</i>
j.	Mancha foliar por <i>Kabatiella</i>	<i>Kabatiella zeae</i>
k.	Mancha de asfalto	<i>Phyllachora maydis</i>
l.	Mancha café	<i>Physoderma maydis</i>
m.	Roya tropical	<i>Physopella zeae</i>
n.	Roya común	<i>Puccinia sorghi</i>
o.	Roya por <i>Polysora</i>	<i>P. polysora</i>
p.	Roya	<i>Puccinia</i> spp.
q.	Enfermedad foliar	Desconocido

**Altura de la planta (ALTURA PLANTA).** En 5-10 plantas seleccionadas al azar, mida la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a dividirse la espiga (panoja). También se puede estimar esta distancia en cada parcela utilizando una vara de medir. Registre la altura de la planta en centímetros.

**Altura de la mazorca (ALTURA MZ).** En las mismas 5-10 plantas cuya altura midió, determine la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta. También aquí puede estimar esta distancia en cada parcela. La altura de la planta y la altura de la mazorca se pueden medir en cualquier momento entre las 2 ó 3 semanas posteriores a la floración, inmediatamente antes de la cosecha, según su calendario de trabajo.

**Enfermedades (ENFERMEDADES).** Para obtener una calificación precisa de la severidad de la enfermedad, tome nota del daño causado en las etapas finales del ciclo de cultivo pero antes de que las hojas se tornen de color café. Evalúe los daños en cada parcela, concentrándose en las enfermedades importantes en su región. Si es posible, proporcione el nombre científico del agente patógeno. Como ayuda en la identificación de las enfermedades, consulte la publicación del CIMMYT *Enfermedades del maíz: Una guía para su identificación en el campo*, de la cual puede solicitar un ejemplar al Centro.

La infección por las enfermedades foliares enumeradas en el Cuadro 2 deberá registrarse según una escala de 1 a 5, donde 1 indica la ausencia de la enfermedad y 5, una infección muy severa. Registre la calificación en números enteros o con una media unidad. En la Figura 3 se muestra la escala de calificación para las principales enfermedades foliares, como los tizones y las royas.

Para indicar la magnitud del daño causado por las enfermedades enumeradas en el Cuadro 3 (página 14), registre el número de plantas afectadas por parcela.

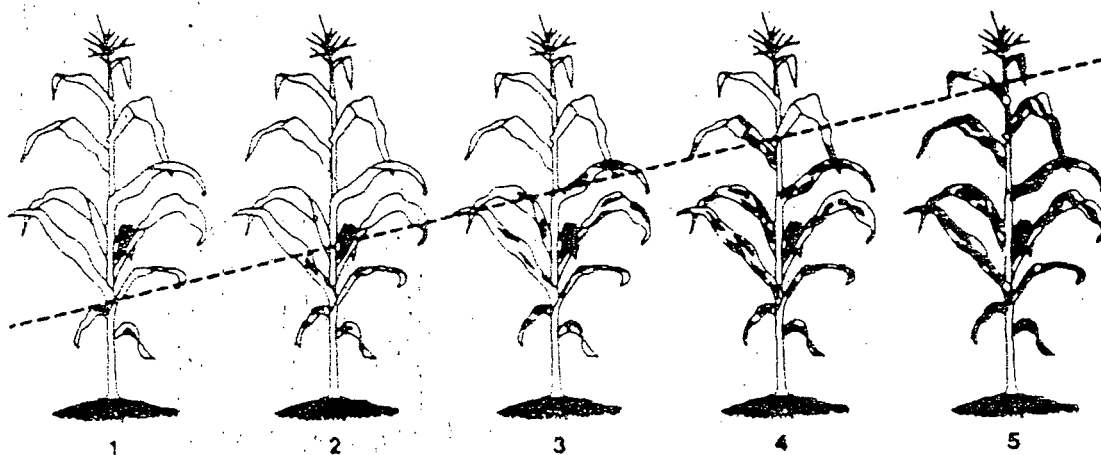


Figura 3. Escala de calificación de las enfermedades foliares.

**Daño por los insectos (INSECTOS).** Si el ensayo ha sido tratado con un insecticida para combatir una plaga en particular, no registre datos de los daños causados por ese insecto. Tampoco vale la pena consignar datos sobre el daño por insectos que no está distribuido uniformemente entre los materiales de un ensayo, como sucede con frecuencia. Si hay grandes diferencias en cuanto al daño por insectos entre las variedades, califique el daño según una escala de 1 a 5, donde 1 equivale a ningún daño y 5, a una infestación muy intensa. Registre la calificación sólo en números enteros e indique el nombre científico de la plaga en el formulario "Notas generales a tomar".

**Aspecto de la planta (ASP PTA).** Los datos sobre el aspecto de la planta deben ser tomados en la etapa en que las brácteas se tornan de color café, cuando las plantas están aún verdes y ya se han desarrollado por completo las mazorcas. En cada parcela, evalúe características tales como la altura de la planta y de la mazorca, la uniformidad de las plantas, el daño causado por enfermedades e insectos y el acame según una escala de 1 a 5, donde 1 es excelente y 5, deficiente. Registre estos datos sólo con números enteros en la columna "ASP PTA".

**Acame de raíz (ACAME RAIZ).** Los datos sobre el acame de tallo y de raíz se deben tomar al final del ciclo, justo antes de la cosecha. Registre el número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta, donde comienza la zona radical.

**Cuadro 3. Enfermedades que se registran mediante el recuento de plantas.**

Código	Nombre común	Agente patógeno
aa.	Achaparramiento del maíz	Espiroplasma
bb.	Enanismo arbustivo del maíz	Micoplasma
cc.	Mosaico del enanismo del maíz	Virus
dd.	Rayado fino del maíz	Virus
ee.	Virus del rayado del maíz	Virus
ff.	Mosaico del maíz	Virus
gg.	Enfermedad vírica	Desconocido
hh.	Marchitez tardía	<i>Cephalosporium maydis</i>
ii.	Antracnosis foliar	<i>Colletotrichum graminicola</i>
jj.	Pudrición carbonosa del tallo	<i>Macrophomina phaseoli</i>
kk.	Pudrición del tallo por Fusarium	<i>Fusarium (Gibberella) spp.</i>
ll.	Pudrición del tallo por Phytium	<i>Phytium spp.</i>
mm.	Pudrición por Diplodia	<i>Diplodia maydis</i>
nn.	Necrosis vascular	<i>Cephalosporium acremonium</i>
oo.	Pudrición del tallo por bacteria	<i>Erwinia chrysanthemi</i>
pp.	Pudrición del tallo	Desconocido
qq.	Mildiú veloso o cenicilla	<i>Peronosclerospora spp.</i>
rr.	Mildiú veloso o cenicilla	<i>Sclerophthora spp.</i>
ss.	Desconocido (mildiú veloso)	Desconocido
tt.	Carbón común	<i>Ustilago maydis</i>
uu.	Carbón de la espiga	<i>Sphacelotheca reiliana</i>

**Acame de tallo (ACAME TALLO).** Registre el número de plantas con tallos rotos abajo de las mazorcas, pero no más arriba. Tal vez haya algunas plantas débiles, con tallos de mala calidad, pero que todavía no se han acamado. Para indentificarlas, empuje los tallos suavemente; las plantas que se caigan deberán ser contadas como plantas acamadas de tallo. Registre los datos sobre el acame de tallo por separado de los del acame de raíz, ya que una misma planta puede presentar ambos tipos de acame: de raíz (con una inclinación de más de 30o) y de tallo (roto abajo de la mazorca).

**Cobertura de mazorca (COB MZ).** Registre el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tengan expuesta alguna parte de la mazorca. En el CIMMYT, convertiremos esta cifra en un porcentaje de cobertura deficiente de mazorca, dividiéndola por el número total de mazorcas cosechadas. Califique también la cobertura de mazorca en los materiales de cada parcela según una escala de 1 a 5, descrita a continuación e ilustrada en la Figura 4. Califique esta característica de los materiales cuando las mazorcas estén completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas. La mejor época es de 1 a 3 semanas antes de la cosecha.

Escala de calificación	Cobertura por las brácteas
1 Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2 Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
3 Punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4 Grano expuesto	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5 Completamente inaceptable	Cobertura deficiente; la punta está claramente expuesta.

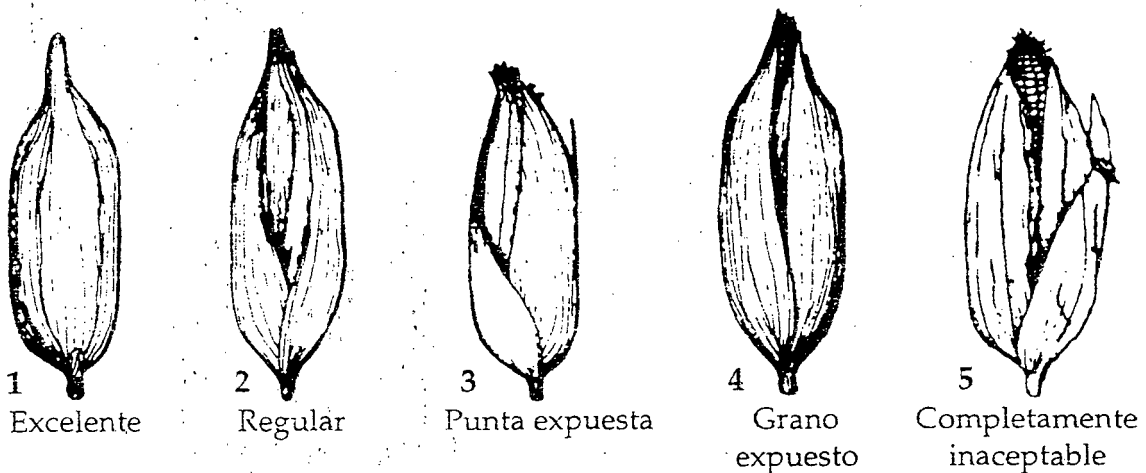


Figura 4. Escala de calificación de la cobertura de la mazorca.

**Número de plantas cosechadas (PLANTAS COSECHADAS).** Registre el número de plantas cosechadas en cada parcela, sin importar que la planta tenga una mazorca, dos mazorcas o ninguna. Recuerde que el tamaño de la parcela en los IPTT es de un surco, y en los EVT, los ELVT y los CHT, de dos surcos.

**Peso de campo (PESO DE CAMPO).** Después de cosechar todas las plantas en el surco de un IPTT o en los dos surcos de un EVT, un ELVT o un CHT, registre en kilogramos y hasta con un lugar decimal el peso de campo de las mazorcas con olores. Si es posible, demore la cosecha del maíz hasta que su contenido de humedad sea bajo (15-25%). Esto permitirá la expresión completa del acame de tallo y de raíz y de las diferencias entre las familias en cuanto a pudriciones de la mazorca. Además, cuando el contenido de humedad es bajo, el grano resulta más fácil de desgranar para determinar ese contenido y los medidores de la humedad funcionan con mayor precisión.

**Número total de mazorcas (No. DE MAZ-TOTAL).** Registre la cantidad total de mazorcas cosechadas, excluyendo las mazorcas secundarias que sean muy pequeñas (molotes).

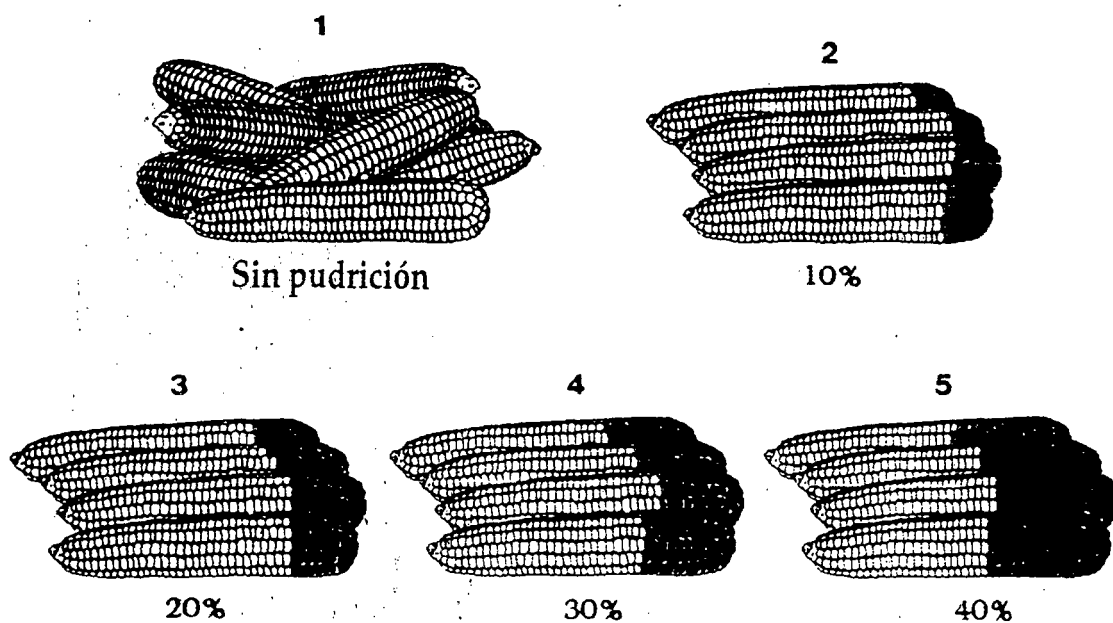


Figura 5. Escala de calificación de las pudriciones de mazorca que comienzan desde la base de la mazorca, como las causadas por *Diplodia* y la pudrición gris. La infección también puede comenzar en la punta de la mazorca, como en la pudrición provocada por *Gibberella* (*Fusarium*).

**Pudrición de mazorca (No. DE MAZ-PODRIDAS).** En cada parcela, califique la incidencia de pudriciones de mazorca y de grano causadas por *Diplodia* spp., *Fusarium* spp. o *Gibberella* spp., según una escala de 1 a 5, de la siguiente manera:

- 1 = 0% de granos infectados
- 2 = 10% de granos infectados
- 3 = 20% de granos infectados
- 4 = 30% de granos infectados
- 5 = 40% o más de granos infectados

Esta escala de calificación se ilustra en las Figuras 5 y 6.

**Aspecto de la mazorca (ASP MZ).** Después de la cosecha, pero antes de tomar una muestra para determinar la humedad, extienda la pila de mazorcas frente a cada parcela y califique características tales como daños por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano y uniformidad de las mazorcas según una escala de 1 a 5, donde 1 es óptimo y 5, muy deficiente. Registre estos resultados en números enteros en la columna "ASP MZ".

**Porcentaje de humedad (% DE HUMEDAD).** Tome 10 mazorcas de cada parcela, desgrane 2 hileras centrales de cada mazorca, mezcle el grano obtenido y con esta muestra a granel determine el porcentaje de humedad en el grano en el momento de la cosecha. Los medidores de humedad portátiles son muy adecuados para este propósito. El porcentaje de humedad debe ser registrado sólo en el momento de la cosecha y en cifras con hasta un lugar decimal.

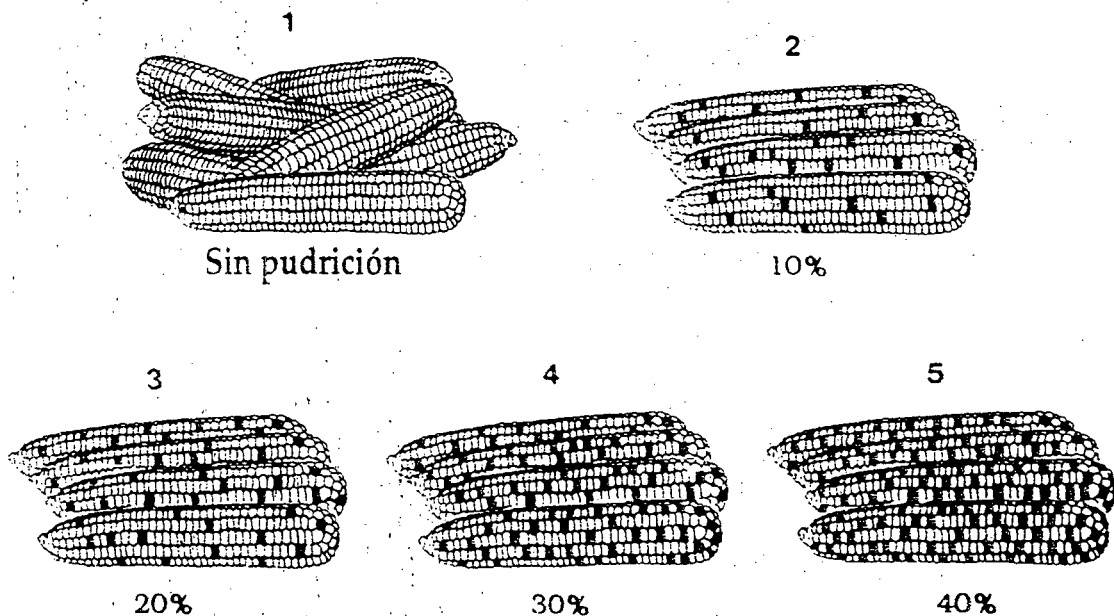


Figura 6: Escala de calificación de las pudriciones de mazorca (como las causadas por *Fusarium moniliforme*) que dañan la cobertura y afectan granos muy dispersos.

# Sanidad de la semilla

El CIMMYT recibe semilla de germoplasma nuevo de maíz proveniente de los programas colaboradores y también colecciones para su banco de germoplasma, y cada año responde a miles de solicitudes de semilla procedentes de todo el mundo. Se toman todas las precauciones posibles para asegurar que tanto las semillas que se reciben como las que se envían estén exentas de enfermedades. En las secciones siguientes se dan detalles acerca de estas medidas de seguridad.

## **Semilla importada por el CIMMYT**

La semilla importada a México por el Centro corresponde a tres categorías: variedades experimentales, introducciones y colecciones para el banco de germoplasma. A continuación se definen estas categorías y se proporciona información sobre las precauciones que se toman para evitar la introducción de enfermedades transmitidas por la semilla en los cultivos de las estaciones experimentales del CIMMYT en México.

**Variedades experimentales.** La semilla básica de estas variedades proviene de nuestros programas regionales, en los cuales se mejoran las poblaciones de maíz del CIMMYT para obtener características específicas. Estos materiales se cultivan bajo la supervisión de los miembros del personal regional del CIMMYT, y las plantas y semillas son sometidas a los mismos procedimientos que se aplican en nuestras estaciones experimentales en México. De ese modo, el CIMMYT se asegura de que se introduzcan en el país sólo líneas y semillas exentas de enfermedades. Además, antes de sembrar la semilla en nuestras estaciones experimentales de México, se le aplica un tratamiento con una combinación de insecticidas y fungicidas, incluyendo el ridomil.

**Introducciones.** Son materiales que se desarrollan en varios programas nacionales y que tienen características importantes para nuestro Programa de Mejoramiento de Maíz. Estas variedades son tratadas con una combinación de insecticidas y fungicidas, incluyendo el ridomil, y siempre se siembran en viveros aislados de introducción, nunca en las parcelas experimentales de los viveros de maíz del CIMMYT. El vivero de introducción es vigilado constantemente en relación con las enfermedades transmitidas por la semilla, y evaluado con respecto a diversas características agronómicas. Las plantas sospechosas de tener ese tipo de enfermedades, incluyendo las virales, son eliminadas de inmediato. La semilla cosechada de las plantas sanas del vivero de introducción se siembra en parcelas de mejoramiento en el siguiente año.

**Colecciones para el banco de germoplasma.** Todas las colecciones de germoplasma son tratadas con insecticidas y fungicidas y almacenadas por lo menos durante un año. Posteriormente se siembran estos materiales para observación en un bloque separado de los otros materiales, tomando las mismas precauciones que en el caso de las introducciones.

Las mazorcas de todos los tipos de germoplasma se secan hasta alcanzar un contenido de humedad inferior al 12% (generalmente 10%) antes del desgrane. En nuestro laboratorio de sanidad de semilla, se evalúan muestras aleatorias de semilla para determinar la eficiencia del tratamiento y detectar agentes patógenos transmitidos por la semilla. Esto se hace en el momento en que se importa la semilla y, nuevamente, después de que ha sido multiplicada en México.

### **Semilla distribuida por el CIMMYT**

Se indican a continuación los procedimientos y requisitos que aseguran que el Programa de Maíz del CIMMYT distribuya semilla sana a sus colaboradores de todo el mundo. Esta información puede ser de interés no sólo para los colaboradores sino también para las autoridades de sanidad vegetal encargadas de la cuarentena y para otras personas relacionadas con la sanidad de la semilla y la prevención de enfermedades transmitidas por la semilla.

- ◆ El CIMMYT suministra semilla de maíz sólo en respuesta a las solicitudes específicas provenientes de los programas nacionales.
- ◆ Toda la semilla de maíz suministrada por el Programa de Maíz, tanto de las entradas en los ensayos o viveros internacionales (IPTT, EVT, ELVT o CHT) como de los materiales de mejoramiento (complejos germoplásmicos, poblaciones y variedades experimentales), siempre es producida en las estaciones experimentales de maíz del CIMMYT en México.
- ◆ Todas nuestras parcelas experimentales de maíz se siembran bajo la supervisión de los científicos de maíz del Centro, que incluyen a patólogos y entomólogos, quienes vigilan las parcelas desde la siembra hasta la cosecha. Toda planta sospechosa de tener una enfermedad transmitida por la semilla es eliminada de inmediato.
- ◆ Para que sea apta para el envío, la semilla debe provenir de parcelas de maíz exentas de enfermedades transmitidas por la semilla (como *Xanthomonas stewartii*, *Peronosclerospora* spp. y *Helminthosporium carbonum*, y también enfermedades virales que se sabe o se presume que son transmitidas por la semilla). Se cosecha semilla sólo de las plantas sanas y las mazorcas son seleccionadas en forma individual por los científicos del CIMMYT.
- ◆ Las mazorcas cosechadas se secan artificialmente para reducir el porcentaje de humedad en el grano a menos del 12% (generalmente 10%).
- ◆ Se examinan cuidadosamente las semillas después del desgrane y se descartan las que tienen una apariencia enfermiza. La paja y otros desechos son eliminados antes del envío.

- ◆ Toda la semilla que se enviará es tratada con un fungicida y un insecticida sistémico, cuyos detalles se indican más adelante. En el laboratorio de sanidad de semilla del CIMMYT, se verifican muestras de semillas seleccionadas al azar para comprobar la eficiencia del tratamiento y la ausencia de agentes patógenos.
- ◆ No se incluyen en nuestro programa materiales androestériles con citoplasma T.

Estas medidas aseguran que la semilla distribuida por el CIMMYT se produzca bajo condiciones exentas de plagas y enfermedades y que sea de la mejor calidad posible. El tratamiento de la semilla con una mezcla de Carbofurán y Thiram garantiza que estará exenta de agentes patógenos e insectos, y a la vez propicia un mejor establecimiento de plantas. A continuación se presentan algunos detalles de los productos químicos utilizados en el tratamiento de la semilla.

**Furadán (2,3 dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil N-metilcarbamato).** Los nombres comunes o sinónimos de este insecticida/nematicida sistémico de amplio espectro son Carbofurán y 2,2-dimetil-7-coumaranil.

Los síntomas de envenenamiento por Furadán son los de la inhibición de la colinesterasa. El antídoto para *intoxicaciones leves* es 2 mg de sulfato de atropina administrados por vía intramuscular o sublingual, y para la *intoxicación grave*, 4 mg de sulfato de atropina, administrados de preferencia por vía intravenosa inmediatamente después de que desaparece la cianosis.

En el caso de *intoxicación aguda por vía oral*, la DL 50 del Furadán en los mamíferos es de 8-14 mg/kg de peso corporal, y de *intoxicación dérmica*, de 3,400 mg/kg de peso corporal.

**THIRAM (Disulfato de tetrametiltiuram).** Los nombres comunes de este fungicida son Arasán, Tersán, Pomarsol y Nomersán.

Este producto químico tiene baja toxicidad en los mamíferos; en caso de *intoxicación aguda por vía oral*, la DL 50 en los mamíferos es de 780 mg/kg de peso corporal. Como puede causar irritación cutánea, sugerimos que se lave las manos después de manipular la semilla tratada. No se lleve la semilla a la boca ni la use para la alimentación humana o animal.

El tratamiento de la semilla del CIMMYT incluye 50 ml de Furadán al 30% (para tratamiento de la semilla), 2 g de Arasán al 75% (polvo humectable) y 12 ml de agua por kilogramo de semilla.

**ANEXO 7 : MAÍZ AMARILLO DURO (NORMA TÉCNICA NACIONAL  
(ITINTEC 205.008 - 984)**

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS..... LIMA - PERÚ

PERÚ NORMA TÉCNICA NACIONAL	CEREALES Y MENESTRAS Maíz amarillo duro	ITINTEC 205.008 octubre, 1984
-----------------------------------	--	-------------------------------------

**Introducción**

En el presente documento se cambia el término paso, por término masa, debido a que en el Sistema Internacional de Unidades (Si), la unidad de base "masa" es el kilogramo. Si se siguiera expresando el término peso, debería utilizarse la unidad deriva "Fuerza" cuya Unidad Internacional de normalización (150) y la comisión Panamericana de Normas técnicas (COPANT), han adoptado este sistema.

**1. NORMAS A CONSULAR.**

ITINTEC 205.001	Cereales y Menestras. Extracción de muestras.
ITINTEC 205.002	Cereales y Menestra. Determinar del contenido de humedad. Método usual.
ITINTEC 205.029	Cereales y Menestras. Análisis físicos.
ITINTEC 205.038	Norma General para el Rotulado de Alimentos Envasados.

**2. OBJETO**

2.1. La presente Norma establece los requisitos que debe cumplir el maíz amarillo duro, para su comercialización como grano seco.

**3. DEFINICIONES**

3.1. Maíz amarillo duro.- Es el grano que pertenece a los maíces cristalinos duros o semiduros, comprendidos en la especie zea mays L. Variedad indurat..

3.2. Grano dañado.- Grano o pedazo de grano que parece evidentemente alterado en su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia del secamiento inadecuado, exceso de humedad, inmadure ataques de insectos, hongos, germinación o cualquier otra causa.

3.2.1. Grano dañado por calor.- Grano o pedazo de grano de que ha cambiado notoriamente de calor, como consecuencia de autocalentamiento o secamiento inadecuado.

3.2.2. Grano infestado.- Aquel que presenta insectos vivos, muertos u otras plagas dañinas al grano en cualquiera de los estados biológicos (huevo, larva, pupa o adulto).

## ITINTEC 205.008

3.2.3 Grano infectado.- Aquel grano o pedazo de grano que muestra parcial o totalmente la presencia de hongos (mohos o levaduras).

3.3. Grano partido.- Grano de maíz sano que ha perdido hasta el 5% de su tamaño.

3.4. Grado muestra.- Conjunto de granos que no cumplen en con los requisitos especificados en la presente norma técnica.

3.5. Materia extraña.- Comprende todo material diferente al grano de maíz como arena, piedras, pedazos de tallo, hojas, panojas y malezas en general.

3.6. Variedad.- Conjunto de granos que perteneciendo a la misma especie botánica tienen características definidas y similares.

3.7. Variedades contrastantes.- Grano de maíz que por su aspecto, color, tamaño, forma, sabor y olor difieren de la variedad que se considera.

Grado.- Valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando los requisitos que define al calidad del conjunto y que se especifica le tabla.

### 4. clasificación

#### 4.1. Clasificación.

4.1.1. El maíz amarillo duro es de clase única.

4.1.2. el maíz amarillo duro se clasificará en 3 grados, los que están determinados en tabla.

#### 4.2. designación.

4.2.1. La designación se hará colocando en primer lugar la palabra maíz, seguido de la variedad correspondiente y luego el número del grano.

Ejemplo: Maíz amarillo duro. Grado 1.

### 5. requisitos.

5.1. El grado será determinado por el valor del componente cuyo porcentaje corresponda a la mayor tolerancia de la tabla 1.

5.2. El contenido de humedad del grano no excederá del 14.5%.

- 5.3. No se aceptará entre los grados 1, 2 y maíz, con olores objetables, con residuos de materiales tóxicos o que esté infectado o infestado.
6. inspección y recepción.
  - 6.1. La extracción de muestras y recepción se hará de acuerdo a la norma Técnica Nacional 205.001 Cereales y Menestras. Extracción de muestras.
  - 6.2. La muestra para análisis de laboratorio será de 500,0 gramos de masa.
7. métodos de ensayo
  - 7.1. Humedad.- De acuerdo a la Norma Técnica Nacional 205.002.
  - 7.2. Análisis Físicos.- De acuerdo a la Norma Técnica Nacional 205.029.
8. rotulado, envase y embalaje.
  - 8.1. Envase.
    - 8.1.1. El maíz amarillo duro se comercializará a granel o envasado en sacos adecuados, que permitan mantener sus características.
    - 8.1.2. El medio de transporte empleado no deberá transmitir al maíz amarillo duro, características indeseables que impidan su consumo.
  - 8.2. Rotulado.
    - 8.2.1. El rotulado se hará de acuerdo a la Norma Técnica Obligatoria 209.038 Norma General para el Rotulado de Alimentos Envasados y deberá cumplir con las siguientes indicaciones básicas:
      - 8.2.1.1. Procedencia.
      - 8.2.1.2. Nombre y marca de acuerdo del producto o vendedor.
      - 8.2.1.3. Designación de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.2.
      - 8.2.1.4. Contenido neto en kilogramos.
      - 8.2.1.5. Indicaciones sobre tratamientos efectuados contra dañinas al grano.
      - 8.2.1.6. Año de cosecha.
      - 8.2.1.7. Las inscripciones del rótulo deberán hacerse en los envases, en una tarjeta unida a los mismos en la planilla de remisión o en la documentación comercial correspondiente, en forma legible; redactados en español o en otro idioma, si las necesidades de comercialización así lo requieran y, puestos de tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte.

**REQUISITOS QUE DEBERA CUMPLIR EL**

**TABLA 1. MAIZ AMARILLO DURO.**

GRADOS	PORCENTAJES MÁXIMOS EN MASA				
	Materias extrañas	Granos partidos	Grados dañados	Otros granos	Variedad contrastantes
	TOTAL				
1	1,5	3,0	3,0	0,5	1,0
2	2,0	4,0	5,0	2,0	5,0
3	3,0	8,0	9,0	2,0	10,0

**ANEXO 8: ANÁLISIS FÍSICOS (NORMA TÉCNICA NACIONAL ITINTEC  
205.029-1982)**

<b>INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS-ITINTEC-LIMA - PERÚ</b>	<b>PERÚ</b> <b>NORMA TÉCNICA</b> <b>NACIONAL</b>	<b>CEREALES Y MENESTRAS</b> <b>Maíz amarillo duro</b>	<b>ITINTEC</b> <b>205.001</b> <b>Noviembre, 1981</b>
	<b>1. OBJETO</b>		
	<p>1.1. La prensa Norma establece la forma de efectuar el muestreo, en los granos de cereales.</p> <p>1.2. El método descrito se aplica al muestreo de granos de cereales presentados a granel, o en sacos, pero no debe ser utilizado para el muestreo de semillas de las mismas.</p>		
<b>2. DEFINICIONES.</b>			
<p>2.1. <b>Ramesa.</b>- Es una cantidad de granos de un mismo cereal, remitida en una sola vez.</p> <p>2.2. <b>Lote.</b>- Es una cantidad determinada de granos, de características similares, que forman parte de la remosa y que permiten estimar la cantidad de la misma.</p> <p>2.3. <b>Muestra primaria.</b>- Es la cantidad de grano extraída de cada unidad muestreada de un lote.</p> <p>2.4. <b>Muestra global.</b>- Es la cantidad de granos que se obtienen reuniendo y mezclando las muestras primarias extraídas de un lote.</p> <p>2.5. <b>Muestra para laboratorio.</b>- Es la cantidad de granos y representativa de un lote, obtenida por reducción técnica de la muestra global y destinada al examen en laboratorio.</p>			
<b>3. CONDICIONES GENERALES.</b>			
<p>3.1. Las muestras deberán ser extraídas comunistamente por los muestreadotes designados por el comprador y vendedor.</p> <p>3.2. En caso de que el cereal se presente en sacos, todos los sacos de un mismo lote, deberán ser preferentemente del mismo tipo y de las mismas dimensiones y peso.</p> <p>3.3. Los sacos rasgados... durante el transporte, mojados por el agua o que contengan productos dañados por cualquier causa, deberán construir un lote separado.</p> <p>3.4. <b>Lugar y momento del muestreo.</b>- El lugar y momento del muestreo deberán ser determinados por acuerdo entre las partes. Se recomienda efectuar el muestreo durante la carga del medio de transporte utilizado.</p>			
R.D. Nº 292-81 ITINTEC DG/DN 81-11-23		9 Paginas.	
C.D.U. 633.13:620.11		<b>REPRODUCCION PROHIBIDA</b>	

- 3.5. Variedad.- Conjunto de granos que perteneciendo a la misma especie botánica tienen características definidas y similares.
- 3.6. Variedades contrastantes.- Granos de cereales o menestras que por su aspecto, color, tamaño, forma, sabor y olor difieren de la variedad que se considera.

#### 4. APARATOS.

- 4.1. Mesa de trabajo.- La ... , ancho y cubierta de la mesa deben adaptarse a cada analizador. Comúnmente se emplea una mesa de madera cubierta (lo necesario) con papel bond sin brillo, blanco o azul pálido, que resista al descaste causado por el constante movimiento de las pinzas y que no se arrugue.
- 4.2. Recipiente de semillas.- Los recipientes deben ser lo suficientemente grandes pero no tanto que resulten incómodos para su manejo.
- 4.3. Balanzas.- Deben colocarse en mesas bien niveladas y fijas. Debe comprobarse el equilibrio y la presión de las balanzas los platillos cada cierto tiempo. Es indispensable un buen cuidado de las balanzas los platillos deben bajarse siempre con suavidad a la posición de pesado, soltándolo con movimientos suaves.

Es necesario contar con una balanza de una aproximación al centigramo y conviene que sea de funcionamiento rápido.

- 4.4. Lupas de mano.- Se debe contar con un juego de lupas que aumente 5, 6 y 7 diámetros. El analizador debe acostumbrarse a tener abiertos ambos ojos cuando se usa la lupa y a emplear cualquier de ellos.
- 4.5. Pinzas.- Las pinzas son indispensables para separar semillas, materias extrañas, granos partidos, dañados, variedades contrastantes y otros.

Nota.- Para los efectos de los análisis es necesario contar con luz natural de preferencia sino con luz de neón con el objeto de que se efectúa los ensayos en la mejor forma posible.

#### 5. MÉTODOS DE ENSAYO

- 5.1. Los análisis físicos que se deben realizar son:
  - 5.1.1. Determinación de insectos vivos.
  - 5.1.2. Determinar de los granos partidos pequeñas y chupados.
  - 5.1.3. Determinar de las materias extrañas.
  - 5.1.4. Determinar de los granos dañados.
  - 5.1.5. Determinar de las variedades contrastantes.
  - 5.1.6. Determinar del grado.

## 6. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

- 6.1. Las muestras se extraerán según la Norma ITINTEC 205.001 CEREALES. Extracción de muestras y según la Norma ITINTEC 205.048 MENESTRAS. Extracción de muestras, para los casos en que se analicen cereales. Y menestras respectivamente.

## 7. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.

- 7.1. La muestra para laboratorio se mezcla y se divide por medio de un divisor de muestra o por cuarteo manual y de esta manera se obtiene la muestra para análisis que debe ser como mínimo 500g, y sobre la que inmediatamente se efectúa los ensayos.

## 8. PROCEDIMIENTO.

Los análisis descritos en la presente Norma, se efectúan en el siguiente orden:

### 8.1. Determinar de los insectos vivos.

Se toma un mínimo de 250g de la muestra preparada y se le somete a tamizado manual con zarandeo, utilizando un tamiz de orificios triangulares con una abertura nominal (lado del triángulo equilátero) de 1,95 mm (5/64").

Luego se cuentan los insectos que han pasado a través del tamiz a la bandeja de fondo, y con ayuda de lupas se determina los insectos que pudieran haber quedado retenidos en el tamiz. Finalmente, se expresa el resultado en número de insectos vivos por kilogramos de muestra.

8.2. Determinación de los granos partidos y chupados y de las materias extrañas. Se toma un mínimo de 250g de la muestra preparada (la del análisis anterior), y se le somete a tamizado manual o mecánico, realizando un promedio de 30 movimientos circulares. Luego en el material que ha pasado por el tamiz (o tamices) y reposa sobre bandeja de fondo, se separa en primera instancia los granos partidos, pequeños y chupados debiendo quedar en dicha bandeja la materia extraña. Esta operación se realiza en forma manual con la ayuda de lupas. Finalmente, se determinale porcentaje en masa tanto de los granos partidos pequeños y chupados como el de las materias extrañas.

Nota.- Si parte de la materia extraña quedara retenida en el tamiz o tamices empleados, se le separa cuidadosamente en forma manual y se adiciona esta cantidad a la encontrada en la bandeja de fondo a fin de determinar el porcentaje total de materias extrañas.

### 8.2.1. Uso de tamices.

Para este ensayo se utilizan tamices de diversos tamaños de abertura y forma de acuerdo al tamaño y forma de los granos analizar.

Los tamices deben cumplir con lo especificado en las Normas ITINTEC 350.001 Tamices de Ensayo e ITINTEC 205.026 Cereales y Menestras

Planchas perforadas para tamices de granos.

A continuación se dan pautas a seguir, como reforenala, con reparto al uso de tamices en los principales granos.

#### 8.2.1.1. Arvejas.

- a) Alverjas grandes.- Se utiliza en tamiz con orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) de 4, 76 cm (12/34’’).
- b) Alverjas pequeñas.- Se utiliza una tamiz de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) de 3, 57 mm (9/34’’).

#### 8.2.1.2. Avenas.

Se utiliza una tamiz de orificios oblongos con una abertura nominal (eje menor por eje mayor) de 1, 59 mm x 35 mm (1/16’’ x 1/4’’).

#### 8.2.1.3. Cebada.

Se utiliza una tamiz de orificios rectangulares con una abertura nominal de 19, 05 mm (3/4’’ x 5/64’’).

#### 8.2.1.4. Frijol.

Dado los diversos tamaños y formas que se presentan en el frijol, se utilizan tamices de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) que va desde 3, 18 mm (8/64’’) a 4, 76 mm (12/64’’).

#### 8.2.1.5. Garbanzos.

Dados los diversos tamaños que tiene el garbanzo, se utiliza tamices de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) que va desde 4, 75 mm (12/64’’) a 8, 93 mm (22, 5/64’’).

#### 8.2.1.6. Lentejas.

Dado los diversos tamaños que tiene la lenteja se utilizan tamices de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) que va desde los 3, 57 mm (9/64’’) a 7, 34 mm (18, 5/64’’).

#### 8.2.1.7. Maíz

Se utiliza un tamiz de orificios circulares con abertura nominal (diámetro) de 4, 76 mm (12/64’’).

#### 8.2.1.8. Sorgo.

Se utiliza un tamiz cuyos orificios sean triángulos equiláteros inscritos en círculos de 1, 98 mm (5/64’’) de diámetro.

#### 8.2.1.9. soya.

Se utiliza un tamiz de orificios circulares con una abertura nominal (Diámetro) de 3,18 mm (1/18").

#### 8.2.1.10. Trigo.

Se utiliza un tamiz de orificios oblongos con una abertura nominal (eje menor por eje mayor) de 1,625 mm x 9,525 mm (0,064" x 3/8").

### 8.3. Determinación de los granos dañados.

Se toma la muestra que ha quedado después de determinar los insectos vivos, los granos partidos, pequeñas y chupadas y las materias extrañas, y con ayuda de las lupas se procede a clasificar en forma manual los granos dañados por calor y germinados, infectados e infectados. Luego se determinan los porcentajes de cada una respecto a la masa inicial de la muestra empleada para los análisis y finalmente se suman estos porcentajes parciales para obtener el total de granos dañados.

#### 8.3.1. Determinar de los granos infectados.

Se puede realizar también con una lámpara de luz ultravioleta.

#### 8.3.2. Determinar de la infestación oculta de insectos.

En este caso, la determinación se puede realizar, mediante análisis por rayos X, con el instrumental apropiado y siguiendo las indicaciones del fabricante. Este análisis permite determinar los granos infectados y todos los estados biológicos de un insecto (huevo, larva, pupa o adulto).

### 8.4. Determinación de las variedades contrastantes.

Se toma la muestra remanente después de realizados los análisis anteriores y se separa en forma manual las variedades contrastantes. Luego se determina el porcentaje de éstas respecto a la masa inicial de la muestra empleada para los análisis.

### 8.5. Determinar del grado.

Se determina tomando en cuenta el valor del componente cuyo porcentaje corresponda a la mayor tolerancia de la tabla de requisitos de la Norma respectiva y después de haber realizado todos los análisis anteriores.

### 8.6. Otros análisis físicos.

8.6.1. Determinar de la masa hectolitrica. Se efectúa de acuerdo a lo especificado en Norma ITINTEC 205.007.

9. Informe del ensayo.
  - 9.1. El número de la muestra y cualquier otra indicación que la caracterice.
  - 9.2. La mesa hectolitrica en kg/hl.
  - 9.3. El contenido de insectos por kilogramos de muestra.
  - 9.4. El contenido de los granos perdidos, pequeños y chupados en porcentaje.
  - 9.5. El contenido de materias extrañas en porcentajes.
  - 9.6. El contenido de granos dañados en porcentaje.
  - 9.7. El contenido de variedades contrastantes en porcentaje.
  - 9.8. El grano determinado.
  - 9.9. Las condiciones operativas de las previstas en esta Norma Técnica Nacional.
  - 9.10. Cualquier otro dato analítico contemplando en las Normas correspondientes de cada grano.

**ANEXO 9 : EXTRACCION DE MUESTRAS (NORMA TÉCNICA NACIONAL  
(ITINTCC 205.008 - 984)**

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS..... LIMA - PERÚ	PERÚ NORMA TÉCNICA NACIONAL	CEREALES Y MENESTRAS Maíz amarillo duro	ITINTEC 205.008 noviembre, 1981
	<p><b>1. Objeto</b></p> <p>1.1. La presente Norma establece la forma de efectuar el muestreo, en los granos de cereales.</p> <p>1.2. El método descrito se aplica al muestreo de granos de cereales presentados a granel o en sacos, pero no debe ser utilizado para el muestreo de semillas de los mismos.</p> <p><b>2. Definiciones.</b></p> <p>2.1. <b>Remesa.-</b> Es un cantidad de granos de un mismo cereal, remitida en una sola vez.</p> <p>2.2. <b>Lote.-</b> Es una cantidad determinada de granos, de características similares, que forman parte de la remesa y que permiten estimar la calidad de la misma.</p> <p>2.3. <b>Muestra primaria.-</b> Es la cantidad de granos extraída de cada unidad muestreada de un lote.</p> <p>2.4. <b>Muestra global.-</b> Es la cantidad de granos que se obtiene reuniendo y mezclando las muestras primarias extraídas de un lote.</p> <p>2.5. <b>Muestra para laboratorio.-</b> Es la cantidad de granos representativa de un lote, obtenida técnica de la muestra global y destinada al examen en laboratorio.</p> <p><b>3. Condiciones generales.</b></p> <p>3.1. Las muestras deberán ser extraídas conjuntamente por los muestreadores designados por el comprador y el vendedor.</p> <p>3.2. En caso de que el cereal se presente en sacos, todos los sacos de un lote, deberán ser preferentemente del mismo tipo y de las mismas dimensiones y peso.</p> <p>3.3. Los sacos rasgados, ... durante el transporte, mojados por el agua o que contengan productos dañados por cualquier causa, deberán constituir un lote separado.</p> <p>3.4. <b>Lugar y momento del muestreo.-</b> El lugar y momento del muestreo deberán ser determinadas por acuerdo entre. Se recomienda efectuar el muestreo durante la carga el medio de transporte utilizado.</p>		
R.R. N° 292-81 ITINTEC DG/DN 81-11-23 C.D.U 633.13:620.11		9 páginas Reproducción Prohibida	

#### 4. Aparatos.

##### 4.1 Para la extracción de muestras de productos a granel.

4.1.1. Cucharón (Fig.4).

4.1.2. Sonda de profundidad (Fig. 3).

4.1.3. Caladores cilíndricos (Fig. 2).

4.1.4. Aparato mecánico de extracción intermitente.

##### 4.2. Para la extracción de muestras de los productos envasados.

4.2.1. Caladores aguazados (Fig. 1).

##### 4.3. Para el mezclado y reproducción de las muestras.

4.3.1. Mezclador mecánico.

4.3.2. Aprato para la división de las muestras (Fig. 6).

4.4. Todo el instrumental de muestreo, así como recipientes utilizados, deberán limpiarse cuidadosamente y protegerse para evitar toda contaminación.

Asimismo, el instrumental deberá ser material inoxidable y no presentar olores extraños.

#### 5. Extracción de muestras.

##### 5.1. Productos a granel.

5.1.1. Extracción de muestras.- Las muestras deberán extraer de acuerdo con la tabla 1.

**Tabla 1.**

Peso del lote en	Nº mínimo de muestras
Hasta 100	10
101 a 500	25
501 a 1000	30
1001 a 2000	45
2001 a 4000	65

5.1.1.1.1. Peso de la muestra primaria. Máximo 1 kg

5.1.1.1.2. Peso de la muestra global. Máximo 100 kg.

5.1.1.1.3 Peso de la muestra de laboratorio. Mínimo 3 muestra de 1 kg cada uno.

5.1.1.4. En algunos casos o puede ser necesario muestras más grandes o más pequeñas según las circunstancias o sayos a efectuar.

5.1.2. Tratamiento marítimo y fluvial.

5.1.2.1. Salvo convenio previo, las remesas deberán estar formadas por lotes de no más de 500 toneladas.

5.1.2.2. Cuando al muestreo se realiza mientras el producto está en movimiento, las muestras primarias deberán ser extraídas e intervalos determinados por la velocidad de flujo de los granos, utilizando el aparato mecánico de extracción intermitente o extrayendo las muestras regularmente mediante un cucharón.

5.1.2.3. Cuando el muestreo se realiza en las bodegas durante la descarga, las muestras primarias deberán ser lo más representativas posibles, excluyendo las partes en movimiento mediante sondas adecuadas y se deben colocar en una bolsa de muestra de tal modo que no se mezclan las bolsas pertinentes a cada nivel para verificar la homogeneidad del producto a diferentes profundidades.

5.1.2.4. Cuando el muestreo se realiza en la talva antes de la pesada, las muestras primarias deberán ser extraídas por mediante de sondas cilíndricas, palas grandes o muestradoras, según la práctica del puerto.

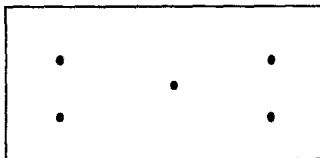
5.1.2.5. Cuando el muestreo se realiza en silos o depositos, el procedimiento a seguir dependerá necesariamente de las coindiciones propias de éstos, aplicando los procedimientos apropiados dentro de las ya prescritos.

5.1.3. Trasporte terrestre.

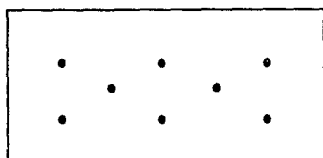
5.1.3.1. Cuando el producto es trasportado por vagones o camionetas, deberá muestrearse cada uno de los vehículos utilizados.

5.1.3.2. Si el muestreo es realizado en vagones o camiones, las muestras primarias deberán ser extraídos a distintos niveles por medio de una sonda.

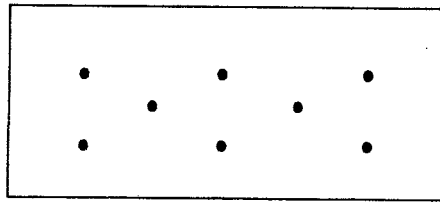
5.1.3.3. En el caso de muestreo en vehículo que contengan hasta 15 toneladas, se elige un mínimo de 5 puntos de extracción en el centro y aproximadamente a 50 cm de las paredes, de acuerdo al siguiente esquema.



5.1.3.1. En caso de muestreo en vehículos que contengan de 15 a 30 toneladas, se elige un mínimo de 9 puntos de extracción, de acuerdo al siguiente esquema.



5.1.3.3.5. En el caso de muestreo de vehículo que contengan de 30 a 50 toneladas, se elige un mínimo de 11 puntos extracción de acuerdo al siguiente esquema.



5.2. Productos envasados - Tamaño del Lote.

5.2.1. La extracción de las muestras primarias deberá ser efectuada en las diferentes partes del saco (p. ej.: en la parte superior, en el medio y en el fondo), por medio de un colador aguzado especial.

5.2.2. La elección de los sacos destinados a la extracción de las muestras primarias, podrá efectuarse según el ejemplo, dado en el apéndice de manera que estén repartidos por todo el lote.

5.2.2. La tabla 2 especifica el número de sacos a muestrear n de acuerdo al número de sacos del lote N

TABLA 2

Número De sacos del lote		Número de sacos a muestrear	
N		n	
1	a	Todos los sacos	
11	a	10 sacos	
más	de	$\sqrt{N}^*$	

\* Ver Tabla 3

## 6. ENVASE Y ROTULADO.

### 6.1. Envase

6.1.1. Las muestras para laboratorio deberán ser envasados en bolsas de costura interior, preferiblemente de algodón de trama cerrada, no blanqueadas y sin apresto, yuto o de papel de resistencia similar.

6.1.1.2. Las muestras para la deterranacion del contenido de humedad o para otros ensayos (p. ej.: para determinar la existencia de un tratamiento químico o de olores objetables), par los cuales es necesario evitar una pérdida de materias volátiles, deberán ser envasados en recipientes herméticos. Los recipientes se deberán llenar completamente, cerrar y sellar.

6.1.2. Los envases utilizados, deberán llevar el sello y la firma de cada uno de los muestreadores.

### 6.2. Rotulados.

6.2.1. Si se utiliza etiquetas de papel, deberá reforzarse el borde del aguajero de la etiqueta.

6.2.2. Las etiquetas deberán llevar mínimo las siguientes indicaciones:

6.2.2.1. Nombre del producto.

6.2.2.2. Nombre del barco o número del vehículo.

6.2.2.3. Número o código de referencia.

6.2.2.4. Procedencia.

6.2.2.5. Fecha de muestreo.

6.2.2.6. Número de lote.

6.2.2.7. Nombre y firma de los responsables del muestreo y cualquier otro dato que se tome necesario.

6.2.3. El rotulado de la etiqueta deberá ser indeleble, debiendo colocarse un duplicado de la misma, en el interior del recipiente que contiene la muestra.

## 7. EXPEDICION

### 7:1. Muestras para laboratorio.

7.1.1. Se dividirá la muestra global en tres partes iguales o más, según el número de muestras para laboratorio.

7.1.2. Cada una de estas partes constituirá una muestra para laboratorio; una de estas muestras es para el comprador y la otra para el vendedor.

7.1.3. La Tercera muestra, sobre la que se coloca el sello del comprador, cuando éste presente en el momento del muestreo, o de la persona que he sacado la muestra del lote, estará destinada al arbitraje en caso de litigio entre el comprador y el vendedor.

7.1.4 Esta última parte deberá ser conservado en un lugar aceptado por las dos partes.

7.1.5. Las muestras para laboratorio deberá ser remitidas tan pronto como sea posible y salvo caso excepcional, nunca más tarde de 48 horas después del muestreo.

7.1.6. El periodo de validez de las muestras selladas será de 10 días a partir de la fecha de su extracción.

## 8. INFORME.

8.1. Deberá informarse en caso de que existan signos visibles de alteración o presencia de insectos, ya sea en deposito, en el sitio o duración las operaciones efectuadas en los medios de transporte.

## APENDICE.

Esquema de muestreo en entregas de más de 100 sacos.

A1. Para lotes de 100 sacos a 10 000 sacos el número de sacos a muestrear equivaldrá aproximadamente a la raíz cuadrada del número de sacos del lote.

A2. Por esta razón se dividirá el lote N en un número de grupos n de manera tal que cada grupo contenga un número de sacos correspondiente a la raíz cuadrada del número total de sacos del lote, tal como se indica en tabla 3.

A3. Si luego de la división del lote N en numero determinado de grupos de n sacos, quedar un resto, se tomara igualmente un saco de este resto y se muestraza.

A4. El muestrador numerará los sacos en los n grupos formados de 1 a n Luego escogerá en esta numeración, un número al azar, correspondiente a un saco. Este saco será muestreado.

A5. Como ejemplo tenemos el siguiente saco. Se considerara un lote que comprende 200 sacos. Para N de 197 a 225, el número n de sacos de cada grupo es igual a 15 de acuerdo a la Tabla 3. se numeraran los sacos de 1 a 15. de esta numeración se escogerá un número, por ejemplo el 7 y se tomará el séptimo saco del primer grupo de 15 sacos y se extraerá una muestra. Se

Continúa así, hasta que 13 grupos de 15 sacos (o sea un total de 195 sacos hayan sido muestreados. El grupo restante tiene menos de 15 sacos, pero igualmente se muestrará tomando al azar de él. En total se habrán muestreado entonces 14 sacos (o sea  $n \div 1$ ) de un lote de 200 sacos.

**TABLA 3**

N	n	N	n	N	n		
101...121	11	1 601...1	681	4	4 901...5	041	71
122...144	12	1 682...1	762	42	5 042...5	184	72
145...169	13	1 765...1	849	43	5 185...5	329	73
170...196	14	1 850...1	986	44	5 330...5	476	74
197...225	15	1 937...2	025	35	5 477...5	625	75
226...256	16	2 026...2	116	46	5 626...5	776	76
257...289	17	2 117...2	209	47	5 777...5	929	77
290...324	18	2 210...2	304	48	5 980...6	084	78
325...361	19	2 305...2	401	49	6 085...6	241	79
362...400	20	2 402...2	500	50	6 242...6	400	80
401...441	21	2 501...2	601	51	6 401...6	561	81
442...484	22	2 602...2	704	52	6 562...6	724	82
485...529	23	2 705...2	809	53	6 725...6	889	83
530...576	24	2 810...2	916	54	6 890...7	056	84
577...625	25	2 917...3	025	55	7 057...7	225	85
626...676	26	3 026...3	136	56	7 226...7	396	86
677...729	27	3 137...3	249	57	7 397...7	569	87
730...704	28	3 250...3	364	58	7 570...7	744	88
785...841	29	3 365...3	481	59	7 745...7	921	89

842...900	30	3	482...3	600	60	7	922...8	100	90
901...961	31	3	601...3	721	61	8	101...8	281	91
962...1024	32	3	722...3	844	62	8	282...8	464	92
1025...1089	33	3	345...3	969	63	8	465...8	649	93
1090...1156	34	3	970...4	096	64	8	650...8	836	94
1157...1225	35	3	097...4	225	65	8	837...9	026	95
1226...1296	36	4	226...4	356	66	9	026...9	216	96
1297...1369	37	4	357...4	489	67	9	217...9	409	97
1370...1444	38	4	490...4	490	68	9	410...9	604	98
1445...1521	39	4	625...4	751	69	9	605...9	801	99
1522...1600	40	4	762...4	983	70	9	802...19	000	100

Para partidas de más de 10 000 sacos  $n$  es igual a la raíz cuadrada de  $N$  redondeada al número inmediato superior.

