

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

Facultad De Ingenieria Agroindustrial



**"EVALUACIÓN DEL MANEJO POSTCOSECHA DEL MAÍZ
AMARILLO DURO (Zea mays) EN LA PROVINCIA DE PICOTA"**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Presentado por:

GABRIELA INFANTE MARINA

TARAPOTO - PERÚ

2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

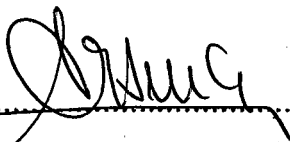
**"Evaluación DEL Manejo Postcosecha Del Maíz Amarillo Duro (Zea mays) en la
Provincia de Picota"**

Tesis Para Optar el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

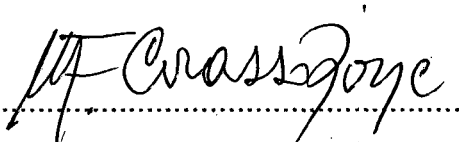
GABRIELA INFANTE MARINA

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:



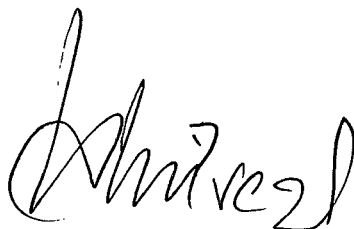
.....
Ing. Dr. Aníbal Quinteros García

Presidente



.....
Ing. M.Sc. Manuel Fernando Coronado Jorge

Secretario



.....
Ing. Ángel Chávez Salazar

Miembro

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento:

- **Al Ing. M.Sc. Abner Obregón Lujerio Asesor del presente trabajo.**
- **Al Ing. Jorge Celis García, Co – Asesor del presente trabajo y Jefe de Producción de la Empresa San Fernando S.A.**
- **A la Empresa San Fernando S.A. por permitirme realizar el presente trabajo en sus campos y almacenes.**
- **A los trabajadores de la Empresa San Fernando S.A. de las Bases SM07, SM08, SM10 y Doblemino por su apoyo incondicional.**
- **A la señora Dolly Flores Dávila; a los señores Guido Saavedra Vela, Néstor Arévalo Pinedo, Robert Alvarado Putpaña y a todas las personas que de una y otra manera me brindaron su apoyo para culminar este trabajo.**

DEDICATORIA:

A mis padres por su
confianza y apoyo
incondicional

ÍNDICE

Pág. N°

Resumen.....	ix
Abstract.....	xi
I. Introducción.....	1
II. Revisión Bibliográfica.....	3
2.1 Generalidades.....	3
2.1.1 Prácticas Culturales.....	4
2.1.2 Plagas y Enfermedades del Maíz en Campo.....	8
2.1.3 Características Físicas y Químicas de los Granos.....	8
2.2 Área Cultivada y Producción de Maíz Amarillo Duro en el Departamento de San Martín.....	9
2.3 Manejo Postcosecha.....	10
2.3.1 Fases de Manejo Postcosecha en Granos.....	11
2.4 La cosecha.....	12
2.5 Secado.....	12
2.6 Almacenamiento.....	13
2.7 Características de Calidad del Maíz Amarillo Duro.....	16
2.8 Pérdidas de Calidad.....	18
III. Materiales y Métodos.....	20
3.1 Lugar de Ejecución.....	20
3.2 Materia Prima.....	20
3.3 Equipos.....	20
3.4 Materiales.....	21
3.5 Reactivos.....	21
3.6 Métodos.....	21
3.6.1 Siembra.....	21
3.6.2 Contenido de Humedad.....	22
3.6.3 Determinación de la Madurez Fisiológica.....	22

3.6.4	Evaluación de Manejo de Cultivo y Cosecha.....	22
3.6.5	Evaluación de Manejo Postcosecha.....	24
3.6.5.1	Evaluación de Secado.....	24
3.6.5.2	Evaluación de Almacenamiento.....	25
3.6.5.3	Grado de Calidad.....	26
3.6.5.4	Isotermas de Absorción.....	27
3.6.5.5	Evaluación de Pérdidas Postcosecha.....	27
3.6.5.6	Muestreo en Almacenamiento.....	27
3.6.5.7	Análisis Microbiológico.....	27
IV.	Resultados y Discusión.....	28
4.1	Cultivo.....	28
4.1.1	Plagas y Enfermedades.....	28
4.2	Cosecha.....	33
4.2.1	Determinación del Momento de Cosecha.....	33
4.2.2	Evaluación de Pérdidas de Cosecha.....	36
4.2.3	Evaluación de Pérdidas de Postcosecha.....	40
4.3	Secado.....	41
4.4	Almacenamiento.....	46
4.4.1	Humedad.....	46
4.4.2	Grado de Calidad.....	52
4.4.3	Infestación e Infección.....	59
4.4.3.1	Infestación.....	59
4.4.3.2	Infección.....	60
V.	Conclusiones.....	63
5.1	Conclusiones.....	63
VI.	Recomendaciones.....	65
6.1	Recomendaciones.....	65
VII.	Bibliografía.....	66
VIII.	Anexos.....	69

ÍNDICE DE CUADROS

N°		Pág. N°
1	Características generales en promedio de la plantación de maíz amarillo duro por parcela en el Fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota).....	6
2	Producción de maíz amarillo duro en el departamento de San Martín. Campaña 2000 – 2001.....	10
3	Tecnología y fases del sistema postcosecha para los granos.....	11
4	Calidad del maíz amarillo duro.....	17
5	Parcelas y tipo de siembra de maíz amarillo duro Variedad Master en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota).....	22
6	Diseño experimental para evaluación de cosecha y cultivo de maíz amarillo duro.....	23
7	Diseño experimental para evaluación de secado De maíz amarillo duro.....	25
8	Diseño experimental para evaluación de almacenamiento De maíz amarillo duro.....	26
9	Humedades relativas de las soluciones saturadas para determinar isotermas de absorción.....	27
10	Cuantificación de plagas que atacan en campo el cultivo de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota).....	30
11	Prueba Duncan al 5% para mazorquero.....	30
12	Prueba Duncan al 5% para cogollero.....	31
13	Prueba Duncan al 5% para cañero.....	31
14	Cuantificación de enfermedades de maíz amarillo duro (pudrición de mazorca) en campo.....	32
15	Prueba Duncan al 5% para enfermedades del maíz amarillo duro.....	33

16	Variación de humedad (%) del grano de maíz amarillo duro en campo (Fundo San Fernando - Picota).....	34
17	Variación de almidón (%) del grano de maíz amarillo duro en campo (Fundo San Fernando - Picota).....	34
18	Humedad (%) y almidón (%) en el momento de la cosecha de maíz amarillo duro según tipo de cosecha/trilla en el Fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota)	37
19	Prueba Duncan al 5% para humedad (%) en el momento de la cosecha de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos aires - Picota).....	39
20	Grano partido, pérdida durante la cosecha / trilla y total volumen cosechado de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos aires - Picota).....	39
21	Evaluación de pérdida postcosecha de granos de maíz amarillo duro en la provincia de Picota	40
22	Evaluación de secado del grano de maíz amarillo duro a temperaturas de 70°, 60°C y secado natural (40 – 45°C) (San Hilarión - Bellavista).....	42
23	Prueba Duncan al 5% para secado para los factores A (temperatura de secado) y B (tiempo de secado).....	45
24	Variación de humedad durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota.....	47
25	Variación de humedad durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 a 13°C y 50 a 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota.....	47
26	Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa para el factor A (tipo de secado).....	51
27	Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 a 13°C y 50 a 65% de humedad relativa para el factor A (tipo de secado).....	51

28	Grado de calidad de maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota.....	53
29	Grado de calidad de maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperatura de 11 a 13°C y 50 a 65% de humedad relativa en la provincia de Picota.....	53
30	Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa para el factor B (tiempo de almacenamiento).....	57
31	Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 a 13°C y 50 a 65% de humedad relativa para el factor B (tiempo de almacenamiento).....	58
32	Grado de infestación durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota.....	59
33	análisis microbiológico de granos de maíz amarillo duro al final del almacenamiento.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

N°		Pág. N°
1	Planta de maíz amarillo duro.....	06
2	Flor femenina de maíz amarillo duro.....	06
3	Flor masculina de maíz amarillo duro.....	07
4	Planta seca de maíz amarillo duro.....	07
5	Mazorca madura de maíz amarillo duro.....	07
6	Daño causado por <i>Heliothis zea</i> (mazorquero)	28
7	Daño causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> (cogollero).....	28
8	Daño causado por <i>Diatraea saccharalis</i> (cañero).....	29
9	Enfermedades de la mazorca de maíz amarillo duro en campo.....	32
10	Variación de humedad (%) del grano de maíz amarillo duro en campo para determinar la madurez fisiológica en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota).....	35
11	Variación de almidón (%) del grano de maíz amarillo duro en campo para determinar la madurez fisiológica en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota)	35
12	Cosecha mecánica de maíz amarillo duro en el fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota).....	37
13	Cosecha manual de maíz amarillo duro en el fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota).....	38
14	Variación de humedad (%) del maíz amarillo duro durante el secado artificial a 70°C.....	43
15	Variación de humedad (%) del maíz amarillo duro durante el secado artificial a 60°C.....	43
16	Variación de humedad (%) durante el secado natural a temperatura ambiente (40 – 45°C).....	44
17	Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C Y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 70°C)	48

18	Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C Y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 60°C)	48
19	Variación de Humedad (%) Durante el Almacenamiento De Maíz Amarillo Duro en Bodega a Temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a temperatura ambiente 40 - 45°C)	49
20	Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 50 – 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 70°C)	49
21	Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 50 – 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 60°C).....	50
22	Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 50 – 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a temperatura ambiente (40 – 45°C).....	50
23	Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C Y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 70°C).....	54
24	Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C Y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 60°C)	54
25	Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C Y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a temperatura ambiente 40 – 45°C)	55

26	Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 50 – 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 70°C)	55
27	Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 50 – 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a 60°C)	56
28	Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 50 – 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota (grano secado a temperatura ambiente 40 – 45°C)	56

Resumen

El presente trabajo está orientado a encontrar parámetros óptimos para el manejo postcosecha del maíz amarillo duro (Zea mays). El presente estudio comprendió dos etapas:

La primera se realizó en el Fundo de la Empresa San Fernando S.A. (Buenos Aires – Picota) y abarca el manejo del cultivo y la cosecha. Durante el manejo de cultivo del maíz se evaluaron los factores que dificultarán el manejo postcosecha como las plagas de insectos (*Spodoptera frugiperda* o cogollero, *Heliothis zea* o mazorquero y *Diatraea saccharalis* o cañero) y los hongos que causan pudrición de mazorca.

La cosecha se realizó a partir de la determinación de la madurez fisiológica; la cual se estableció utilizando el método visual, este método consiste en observar la capa negra o punto negro en la base de los granos de maíz, que debe constituir el 50% de éstos; además se realizó el método químico (determinación de contenido de almidón); en ambos casos la madurez fisiológica se dio alrededor del 30% de humedad, a partir del cual se fijaron los días a cosechar: 10, 15 y 20 días después de la madurez fisiológica.

La segunda etapa consta de dos procesos: el secado y el almacenamiento. El secado artificial se realizó en el Molino Agroindustrias Mhil S.A.C. (San Hilarión – Bellavista) a temperaturas de 70 y 60°C en un secador eléctrico, y el secado natural en los campos de la Empresa San Fernando (Buenos Aires – Picota) sobre mantas plásticas a temperaturas que oscilan de 40 – 45°C. En este proceso se controló el tiempo de secado y la humedad final del producto.

El almacenamiento se realizó en el Almacén de Granos de la Empresa San Fernando (Picota). Se efectuaron dos tipos de almacenamiento: en bodega a temperatura y humedad relativa ambiental y en cámara a temperatura de 11 – 13°C y humedad relativa de 50 – 65% para estudiar el efecto del tipo de almacenamiento sobre la calidad del grano de maíz amarillo duro. Se encontró que en ambos tipos

de almacenamiento varía la calidad en cuanto a grano partido y a infección por hongos/micotoxinas.

El almacenamiento depende de los tratamientos previos para mantener la calidad de los granos de maíz amarillo duro tanto en la cosecha (daño físico o mecánico, plagas) y el secado (humedad final de secado).

ABSTRACT

The present work is orientated to find ideal parameters for the handling post harvest of the hard yellow corn (*Zea mays*). The present study understood two stages:

The first one was carried out in the property of the Company San Fernando CORP. (Buenos Aires - Picota) and it embraces the handling of the cultivation and the harvest. During the handling of cultivation of the corn the factors were evaluated that will hinder the handling post harvest as the plagues of insects (*Spodoptera frugiperda* or cogollero, *Heliothis zea* or mazorquero and *Diatraea saccharalis* or cañero) and the fungi that cause rotting cob.

The crop was realized from the determination of the physiologic maturity; which established using the visual method, this method consists in observing the black cape or black point in the base of the grains of corn, that should constitute 50% of these; was also carried out the chemical method (determination of content of starch); in both cases the physiologic maturity was given around 30% of humidity, starting from which they fixed the day to harvest: 10, 15 and 20 days after the physiologic maturity.

The second stage consists of two processes: the drying and the storage. The artificial drying was carried out in the Mill Agroindustries Mhil S.A.C. (San Hilarión - Bellavista) to temperatures of 70 and 60°C in an electric dryer, and the natural drying in the fields of the Company San Fernando (Buenos Aires - Picota) on plastic blankets to temperatures that oscillate of 40 - 45°C. In this process it was controlled the time of drying and the final humidity of the product.

The storage was carried out in the Store of Grains of the Company San Fernando (Picota). Two types storage were effected: in warehouse to temperature and environmental relative humidity and in camera to temperature of 11 - 13°C and relative humidity of 50 - 65% to study the effect of the storage type on the quality of the grain of hard yellow corn. It was found that in both storage types it varies the quality as for grain split and to infection for fungi/micotoxin.

II REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA

2.1 Generalidades

Maíz, palabra de origen indio caribeño, significa literalmente "lo que sustenta a vida". Botánicamente, el maíz pertenece a las familias de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (elote, mazorca, choclo o espiga) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta. Las panojas son las estructuras donde se desarrolla el grano, en un número variable de hileras (12 a 16), produciéndose de 300 a 1000 granos, que pesan entre 190 y 300 g. por cada 1000 granos.

El desarrollo de la planta de maíz se puede dividir en dos fases fisiológicas. En la primera o fase vegetativa, se desarrollan y diferencian distintos tejidos hasta que aparecen las estructuras florales. La segunda fase, también 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 cariósipide 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 que se unen 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 duro (*Zea mays indurata*) se caracteriza por tener el endospermo almidonado cubierta por una capa relativamente gruesa del endospermo calloso, con una cantidad relativamente pequeña de endospermo almidonoso. Los granos de maíz tienden a ser grandes y anchos, las mazorcas son largas y delgadas, con un número comparativamente pequeño de hileras de granos de maíz.

La altura de la planta de maíz varía entre 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 — 13 °C y temperaturas medias de 21 — 32 °C para un crecimiento óptimo. (Metcalfe, 1987).

En cuanto a la clasificación taxonómica, Ospina et al (b) (1995), propone lo siguiente:

- Reino : Vegetal
- Clase : Angiospermae
- Subclase : Monocotyledoneae
- Orden : Glumiflorae
- Familia : Graminaceae
- Género : Zea
- Especie : mays
- Nombre científico : **Zea mays L.**
- Nombre común : Maíz
- Sinonimias : Elote, choclo (maíz no maduro usado en América)

2.1.1 Prácticas Culturales

En la producción de maíz amarillo duro en campo, hay una marcada diferencia entre el agricultor (siembra tradicional) y la Empresa San Fernando S.A. que utiliza tecnología de punta (siembra directa).

El agricultor de la zona, continúa con sistemas de cultivo tradicionales, este sistema empieza con la preparación de terreno, que consiste en la quema de la parcela a sembrar, luego se realiza una siembra manual con tacarpo a una distancia de 30 a 50 cm entre golpe y de 80 cm. a 1 m. Entre hileras, sembrando de 2 a 3 semillas por golpe. Antes de los 15 días después de la siembra se realiza el desahije que consiste en seleccionar una mejor planta y eliminar las demás, dejando una a dos

plantas por golpe. Estas prácticas, afectan el rendimiento del cultivo que en promedio es de 2 Tm/Ha ya que no se aprovecha al máximo el suelo, además el riego no se da muchas veces en el momento indicado o se espera solamente las lluvias, este es el principal factor de pérdida del cultivo ya que en la época de verano no hay suficiente agua para la planta y afecta su crecimiento. En cuanto a plagas y enfermedades los agricultores de la zona controlan utilizando insecticidas granulados como Granolate o Nolate y Dipterex granulado.

La Empresa San Fernando S.A. por su parte, utiliza el sistema de siembra directa; en este sistema una vez cosechado un determinado cultivo, no se quema la parcela a sembrar, se siembra otro cultivo, en este caso maíz, sin alterar el suelo. Se prepara la parcela utilizando un rolo (máquina que se utiliza después de la cosecha para cortar las plantas del cultivo que quedaron en el campo), se aplica herbicida, luego se siembra mecánicamente un promedio de 25 Kg de semilla/Ha. a una distancia de 80 cm. entre hileras y 6 a 7 semillas por metro lineal. En este sistema no se realiza el desahije y el riego se da oportunamente mediante sistema de aspersión; por lo tanto no existe el riesgo de pérdida en campo debido a factores climáticos. En cuanto a plagas de insectos, la Empresa controla sólo al cogollero (*Spodoptera frugiperda*) utilizando insecticida granulado DIPTEREX (10 Kg./Ha.), que se aplica de forma manual directamente sobre el cogollo de la planta de maíz aproximadamente a los 30 días después de la siembra.

Las características generales de la planta de maíz observadas en las parcelas, se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Características generales en promedio de la plantación de maíz amarillo duro por parcela en el Fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota).

Parcela	Altura Mazorca (m)	Altura Planta (m)	N° hojas/ Planta	N° mazorca/ Planta (índice de cosecha)
1	1.10	2.40	12	1
2	1.01	2.40	12	1
3	1.00	2.44	12	1
4	1.12	2.40	12	1

Éstos datos indican que sólo hay una diferencia mínima en altura de mazorca; las demás características como altura de planta, número de hojas, número de mazorcas son muy similares; se muestran en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5 el aspecto de la planta, flor femenina, flor masculina, el aspecto de la planta seca y mazorca madura respectivamente.



Fig. 1: Planta de maíz amarillo duro



Fig. 2: Flor femenina de maíz amarillo duro



**Fig. 3: Flor Masculina de Maíz
Amarillo Duro**



**Fig. 4: Planta Seca de
Maíz Amarillo Duro**



Fig. 5: Mazorca Madura de Maíz Amarillo Duro

2.1.2 Plagas y Enfermedades del Maíz en Campo

Ospina et al (b) (1995), menciona que los insectos plaga y las enfermedades que atacan al maíz reducen las utilidades de los agricultores por el daño directo al cultivo, todo lo cual se manifiesta en la baja producción, disminución de su calidad y costos para combatirlas. Las plagas involucradas son las siguientes:

- Plaga: Cogollero del Maíz (*Spodoptera frugiperda*): Ataca al cultivo durante todo su periodo; permanece escondido dentro del cogollo y puede barrenar los tallos y la mazorca. Al iniciarse el daño se observan raspaduras.
- Plaga: Gusano de la Mazorca (*Heliothis zea*): Se alimenta dentro de ella. Al tiempo de la producción de los cabellos éstos aparecen cortados.
- Enfermedades: Pudrición de las semillas: Las semillas se tornan blandas y con manchas oscuras.

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 (CO₂), 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 temperatura.

- **Humedad:** los efectos de la humedad se revelan con el aumento de la intensidad de respiración. La actividad fúngica y, como consecuencia el aumento de la temperatura.
- **Temperatura:** el incremento de la temperatura, nos permite identificar y localizar problemas como: humedad, hongos y calor. Si comparamos con 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, 1995)

2.2 Área Cultivada y Producción de Maíz Amarillo Duro en el Departamento de San Martín

La Región San Martín posee condiciones adecuadas para el cultivo de productos agrícolas como el maíz amarillo duro; contando con un total de producción de 115796.15 Tm. y 60413 Ha. sembradas durante la campaña 2000 — 2001, de las cuales se perdieron 5509 Ha; el rendimiento promedio es de 2 Tm/Ha; que equivalen a 11018 Tm. haciendo un monto muy apreciable de S/. 3635940.00. En la Región San Martín no hay registros de pérdidas de manejo postcosecha. Las provincias de Picota, Bellavista, Saposoa y El Dorado, son las principales zonas productoras tal como se puede apreciar en el Cuadro 2.

La producción de maíz amarillo duro es suficiente para el mercado interno, no siendo así para el mercado externo especialmente el de la costa. Un 20% de la producción se destina al mercado interno; 20% para el mercado de Iquitos y Yurimaguas y el 60% para el mercado de la costa. (Ministerio de Agricultura, 2002).

Cuadro 2: Producción de maíz amarillo duro en el departamento de San Martín. Campaña 2000-2001

	Siembra Ha.	Superficie Perdida (Ha.)	Cosecha Ha.	Rendimiento Tm./Ha	Producción Tm.	Precio Chacra (S/.)
Total Regional	60413.00	5509.00	54904.00	2.11	115796.15	0.33
Picota	26922.00	3485.00	23437.00	2.14	50072.00	0.32
Bellavista	9924.00	263.00	9661.00	2.12	20439.00	0.30
Saposoá	6849.00	1462.00	5387.00	2.11	11379.00	0.32
El Dorado	5891.00	0.00	5891.00	2.04	11992.00	0.31
Juanjui	3500.00	0.00	3500.00	2.06	7217.50	0.34
Tarapoto	2821.00	205.00	2616.00	2.10	5501.50	0.38
Lamas	1847.00	0.00	1847.00	2.09	3853.00	0.38
Tocache	1298.00	94.00	1204.00	2.03	2445.60	0.45
Moyobamba	1123.00	0.00	1123.50	2.14	2408.60	0.49
Rioja	237.50	0.00	237.50	2.05	487.95	0.57

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2002.

2.3 Manejo Postcosecha

La acción simple y deliberada de separar alimentos, con elementos no comestibles asociados o sin ellos, del medio donde fueron producidos; como la siega de los cereales. Toda labor, realizada después, para acondicionar los alimentos, con destino a su consumo directo o para ser procesados, se denomina operación de postcosecha. En este periodo, asimismo, ocurren el mercadeo agrícola y la distribución. Postcosecha también se puede definir, como el intervalo de tiempo transcurrido entre la madurez del cultivo y su consumo.

En el periodo comprendido entre el momento en que llegan a su madurez fisiológica y son recolectados, hasta su consumo final en forma natural o procesada, los productos agrícolas son sometidos a una serie de procesos de acondicionamiento tan importantes como las prácticas agronómicas que experimenta en su crecimiento.

Durante el periodo postcosecha se pueden presentar grandes pérdidas por la

disminución de la cantidad y calidad de los productos comestibles. Las pérdidas de alimentos se presentan en mayor o menor proporción según el país, el área cultivada, el tipo de cultivo, la época del año, las prácticas de cosecha y el manejo y almacenamiento de los productos agrícolas. (Ospina et al (a), 1995).

Las pérdidas posproducción se definen como la suma de pérdidas antes y después de la cosecha. Resulta siempre difícil separar netamente las diferentes fases desde la producción al consumo, que se han definido arbitrariamente. Los periodos de maduración - secado — elaboración, se suponen a menudo durante el periodo postcosecha, como, por ejemplo, en el secado de maíz en el campo después de que ha alcanzado la madurez. No se gana con establecer límites rígidos y hacer distinciones artificiales entre las fases superpuestas. Es preferible tal vez relacionar las pérdidas con la elaboración o manipulación que con un periodo determinado. (Greig, 1985).

2.3.1 Fases de Manejo Postcosecha en Granos

Las operaciones de manejo postcosecha pueden ser abordados dependiendo de la tecnología y ubicación geográfica. En el Cuadro 3 se presenta la tecnología y fases del manejo postcosecha.

Cuadro 3: Tecnología y fases del sistema postcosecha para los granos

Operaciones Postcosecha	Tecnologías		
	Tradicionales	Intermedias	Industriales
Recolección	Manual	Manual y mecánico	Mecánico
Presecado	En planta o en montón	En trojes o en montón	-
Almacenamiento en espiga	En graneros	En trojes o en montón	-
Trilla	Manual	Mecánico	Mecánico
Prelimpieza	Manual	Mecánico	Mecánico
Secado	Natural	Artificial	Artificial
Limpieza y selección	Ventilado manual	Mecánico	Mecánico
Almacenamiento en grano	En graneros tradicionales	En sacos o a granel	En sacos o a granel
Transformación	Manual	Mecánico	Mecánico

Fuente: De Lucía (1993)

2.4 La 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 almacenado. A menudo la cosecha se inicia 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 de enzimas permanece activa. 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. (ITDG, 1998).

Teóricamente, la cosecha puede ser iniciada a partir de la maduración fisiológica del grano, a partir del momento en que 50% de las semillas de la mazorca presentan la capa negra en el punto de inserción con la tusa. La cosecha puede ser manual o mecánica. (Ministerio de Agricultura, 1998).

2.5 Secado

Básicamente, el secado consiste en remover cierta cantidad de agua que contiene el grano, una vez que haya alcanzado su madurez fisiológica y hasta dejarla a un nivel que garantice su adecuado almacenamiento, evitando el desarrollo de los hongos, microorganismos e insectos (Ospina et al (a), 1995).

Existen dos métodos de secado:

- El secado tradicional al sol; es el método más común usado por los pequeños agricultores y consiste en poner el grano en una capa poco profunda sobre el suelo para exponerlo al sol. Según el tiempo, la profundidad de la capa del grano, y las veces que se remueve, los resultados varían entre pobres y buenas. Las desventajas son la circulación inadecuada de aire, la contaminación de polvo y piedras, y la absorción de la humedad del suelo.

- El secado por combustible o por aire forzado; se usa para grandes cantidades de granos; para el pequeño agricultor este sistema no es practicable. Ofrece las siguientes ventajas:
 - 1.- Los agricultores pueden cosechar sus siembras más temprano a un nivel más alto de contenido de agua para evitar las pérdidas ocasionadas por el secado natural en el campo. La cosecha temprana también permite la preparación del suelo y siembra más rápida del próximo cultivo.
 - 2.- Puede resultar que el grano termine con un contenido de agua más bajo y más seguro para mantenerse en buena condición durante el almacenamiento. (Leonard, 1981).

2.6 Almacenamiento

El almacenamiento es la función técnica de proteger debidamente el grano, por un periodo adecuado, hasta el momento en que debe pasar al consumidor.

La función del almacenamiento debe desempeñarse en tal forma que propicie la eficiencia a lo largo del curso del mercado. Sin almacenamiento adecuado en lugares apropiados, el producto tendría que hacerse llegar al último consumidor apresuradamente, y éste cargaría con su almacenamiento. (De la Torre, 1973)

Las estructuras para almacenar granos son de diferente tipo y capacidad, dependiendo de la cantidad del grano y de la economía del productor, pueden ser:

▶ Estructuras Rústicas Tradicionales:

En cada localidad existen estructuras rústicas que tradicionalmente se han utilizado para almacenar el grano, muchas de ellas son el resultado de los conocimientos y experiencias transmitidas de generación en generación y con pequeñas modificaciones pueden proporcionar buena

protección al grano; otras más, carecen de los elementos técnicos mínimos necesarios y cada año ocasionan que gran parte del grano almacenado se pierda. Los agricultores llegaron por diferentes caminos a utilizar en común, algunas de estas estructuras, como los recipientes de barro o arcilla, pequeños o de gran tamaño, trojes (trojas, cribas, paiol) o construcciones a base de arbustos de la localidad, de forma cilíndrica, cuadrada o rectangular; plataformas de madera construidas al interior de las casas, pequeñas bodegas construidas de barro o arcilla, recipientes metálicos de diferentes capacidades; de los cuales los tambores (tambos, barriles) de petróleo de 200 litros de capacidad, son los más populares, silos rústicos subterráneos y otros más.

▶ **Silos Metálicos:**

Propios para manejar grandes volúmenes de grano. Los silos generalmente son de forma cilíndrica, fabricados con placas (chapas, planchas) de fierro liso ó corrugado, galvanizado, de diferentes grosores; con capacidades que varían de 50 a 1000 toneladas y con dimensiones que van de acuerdo a la capacidad del silo y de la empresa que los fabrica. La base de los silos puede ser plana o cónica para facilitar la salida del grano. El techo es cónico, por lo general con un ángulo de caída de 25°.

Para su mejor funcionamiento, los silos pueden estar equipados con equipo mecanizado para la carga y descarga del grano, piso perforado para el secado del grano ó sistema de aireación con moto ventiladores y termosensores para la medición de la temperatura del grano.

Las plantas de silos están diseñadas para almacenar todo tipo de granos o granel, ya sean de cereales, leguminosas u oleaginosas. Si el grano es cosechado húmedo, es necesario contar con equipo de secado, el cual puede ser a base de camadas o de flujo continuo. (FAO, 1998)

► **Almacenamiento en Sacos:**

Este método consiste en conservar los granos, previamente secos y limpios, (en sacos de fibra vegetal o de material plástico) y en apilar éstos ordenadamente en espacios debidamente acondicionados. Poco importante en los países desarrollados, este método de almacenamiento de los granos es en cambio muy corriente en los países en desarrollo.

Existen varias maneras de realizar el almacenamiento de los granos en sacos. Pueden apilarse éstos al aire libre, protegidos con lonas, o bien en el interior de almacenes, hangares o depósitos. En ciertos casos y sobre todo para las semillas, el almacenamiento de los granos en sacos se realiza en almacenes refrigerados. (De Lucía, 1993)

El elegir las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de cereales durante largos periodos de tiempo, tiene una gran importancia económica. Las deficientes condiciones de almacenamiento pueden originar:

- **Infestaciones por insectos y ácaros:** las plagas de insectos y ácaros que atacan cereales almacenados cabe dividirlos en dos grupos: plagas primarias y plagas secundarias. Los daños por plagas primarias tienden a quebrar el grano entero en fragmentos, y el grano se contamina con los desechos producidos por insectos. Estos cambios favorecen la infestación por plagas secundarias. Las pérdidas resultantes de la infestación por insectos son de muchas clases y puede hacerse difícil evaluarlas con exactitud.
- **Respiración y calentamiento:** los granos enteros y viables de cereales respiran durante su almacenamiento y su índice de respiración aumenta al aumentar el contenido de humedad.
- **Crecimiento de mohos:** los granos de cereales y sus productos contienen una microflora muy diversa, que incluye esporas de mohos que sólo entran en actividad cuando la humedad relativa de equilibrio del producto sube a

valores elevados. Con un contenido de humedad mayor a 16% puede hacer su aparición toda una sucesión de hongos, a medida que las condiciones de temperatura, contenido de humedad y abastecimiento de materias nutritivas favorezcan, por este orden, tal crecimiento (Jamieson, 1975). La proliferación de mohos puede dar lugar a la formación de micotoxinas, como las aflatoxinas cancerígenas, producida por el desarrollo de *Aspergillus flavus* sobre los granos de cacahuate o maíz demasiados húmedos, como consecuencia pérdida de calidad comercial.

La velocidad de las diversas reacciones de deterioro depende de la temperatura y de la humedad relativa. En la práctica la humedad más favorable para el almacenamiento de los granos de cereales es del 10 al 15%. No obstante, en almacenamientos prolongados, a temperaturas superiores a 20°C, puede ser necesario una humedad inferior al 9%. (Benavent, 1996)

2.7 Características de Calidad del Maíz Amarillo Duro

La Norma Técnica Nacional para maíz amarillo duro ITINTEC 205.008 (1984), define:

- a. Maíz amarillo duro: Es el grano que pertenece a los maíces cristalinos duros o semiduros, comprendidos en la especie *Zea mays L. Variedad indurata*
- b. Grano dañado: Grano o pedazo de grano que aparece evidentemente alterado de su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia del secado inadecuado, exceso de humedad, inmadurez, ataque de insectos, hongos, germinación o cualquier otra causa.
 - Grano dañado por calor: Grano o pedazo de grano que aparece evidentemente alterado de su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia de secado inadecuado, exceso de humedad, inmadurez, ataque de insectos, hongos, germinación o cualquier otra causa.

- 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).
 - Grano infectado: Aquel grano o pedazo de grano que muestra total o parcialmente la presencia de hongos (mohos o levaduras).
- c. Grano partido: Grano de maíz sano que ha perdido hasta el 50% de su tamaño.
- d. Grado muestra: Conjunto de granos que no cumplen con los requisitos en la presente norma técnica.
- e. Materia extraña: Comprende todo el material diferente al grano de maíz como arena, piedras, pedazos de tallo, hojas, panoja y malezas en general.
- f. Variedad: Conjunto de granos que perteneciendo a la misma especie botánica tienen características definidas y similares.
- g. Variedades contrastantes: Granos de maíz que por su aspecto, color, tamaño, forma, sabor y olor difieren en la variedad que se considera
- h. Grado: Valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando los requisitos que definen la calidad del conjunto y se especifican en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Calidad del maíz amarillo duro

Grados	Porcentajes Máximos en masa				
	Materias Extrañas	Granos Partidos	Granos Dañados	Otros Granos	Variedades Contrastantes
	TOTAL				
1	1.5	2.0	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

Fuente: Norma Técnica Nacional ITINTEC 205.008 (1984)

2.8 Pérdidas de Calidad

Las pérdidas de calidad se traducen en una disminución del valor mercantil del producto. Generalmente los criterios que contribuyen a definir la calidad de los productos son múltiples y tienen también en cuenta aspectos culturales vinculados a los hábitos culturales de las poblaciones. Las pérdidas de calidad se deben principalmente a los procesos mecánicos a que se somete el producto, a la acción de animales dañinos (insectos, roedores) y de microorganismos (moho) o a las transformaciones químicas que se producen en los granos por efecto de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, duración del almacenamiento).

- **Pérdidas Debido al Estado Físico:** Estas pérdidas dependen del estado físico de los granos en una fase determinada de operaciones postcosecha. Las características físicas que se suelen tener en cuenta son las siguientes: forma y tamaño de los granos, grado de humedad, presencia de impurezas (granos extraños, germinados, quebrados, averiados o dañados, piedra, tierra, restos de vegetales, fragmentos de vidrio o de metal, pelos o excremento de animales, etc.), grado de infestación por insectos o microorganismos.
- **Pérdidas Debidas a la Alteración de las Cualidades Alimentarias:** Estas pérdidas, importante sobre todo cuando los granos se destinan al consumo humano, dependen de la alteración de las características organolépticas (aspecto, gusto, olor), del grado de inocuidad del producto (ausencia de productos tóxicos como toxinas, restos de plaguicidas, etc.) y de la alteración del contenido de vitaminas, proteínas, lípidos, glúcidos y otros elementos nutritivos importantes.
- **Pérdidas Debidas a la Alteración de las Propiedades Germinativas:** Si se desea disponer de semillas comercializables, los granos deben presentar propiedades germinativas inalteradas. Estas pueden definirse por la rapidez y el porcentaje de germinación, el vigor (capacidad de resistir a condiciones

climáticas desfavorables), la rapidez de crecimiento de las plántulas y la ausencia de anomalías en las plantas obtenidas. La alteración de estas propiedades , al provocar una disminución de la aptitud de los granos para germinar, acarrea pérdidas económicas. (De Lucía, 1993)

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de Ejecución

El presente trabajo se llevó a cabo en el Fundo de la Empresa San Fernando, ubicado en el Distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota; en el Almacén de Granos de la misma Empresa, ubicado en la Provincia de Picota; en el Molino Agroindustrias MHIL SAC., ubicado en el Distrito de San Hilarión, Provincia de Bellavista, y en los Laboratorios de la Universidad Nacional de San Martín.

3.2 Materia Prima

Maíz amarillo duro (variedades Master y Marginal 28), cultivado en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota); en un área de 4 Ha., distribuidas en 4 parcelas de 1 Ha. para el presente estudio.

3.3 Equipos

- Balanza analítica CS - 2000 Compact Scale OHAUS. Capacidad 2000 g.
- Higrómetro para granos (5 - 46% humedad)
- Termómetro 0 – 50°C
- Cosechadora Marca MASSEY FERGUSON, modelo MF1630, Motor 1LF8675B
- Determinador de humedad para granos AGROFARM (6 - 36% humedad).
- Secador de aire caliente marca COMIL de 20 Tm. de capacidad aproximadamente. El calentamiento de aire se realiza por combustión de cascarilla de arroz.
- Balanza analítica Marca Denver Instrument Company, Serie N° 0075911, varianza 2.5 mg.
- Cámara frigorífica; Temperatura mínima = 5°C, temperatura máxima = 13°C; presión mínima = 20 bar, presión máxima = 25 bar; humedad relativa mínima = 50%, humedad relativa máxima = 65%
- Estufa marca Memmert 0 – 240°C.

3.4 Materiales

- Campanas desecadoras
- Placas petri
- Pipetas
- Otros: Mantas de plástico, sacos de polietileno, agujas, rafia.

3.5 Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado.
- Cloruro de litio saturado.
- Acetato de potasio saturado.
- Cloruro de magnesio saturado.
- Bicromato de sodio saturado.
- Nitrito de sodio saturado.
- Cromato de potasio saturado.
- Nitrato de potasio saturado.
- Agua destilada

3.6 Métodos

3.6.1 Siembra: La siembra del maíz amarillo duro se realizó en el Fundo de la Empresa San Fernando ubicado en el Distrito de Buenos Aires (Picota), en un área de 4 Ha., distribuidas en 4 parcelas de 1 Ha.; de las cuales una parcela se utilizó como tratamiento testigo (manejo del cultivo como lo hace el agricultor de la zona) y 3 parcelas se manejaron con tecnología de punta que utiliza la Empresa San Fernando (siembra directa, riego por aspersión).

Para el propósito del estudio, las parcelas del Fundo San Fernando S.A., fueron distribuidas en 4, cada una de ellas de 1 Ha. La fecha y tipo de siembra y la designación de cada una de éstas, se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Parcelas y Tipo de Siembra de Maíz Amarillo Duro Variedad Master en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota)

Parcelas	Fecha Siembra	Tipo Siembra	Observación
1 *	13/09/01	Manual	Destinado para tratamiento testigo
2 **	13/09/01	Mecánico	Cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica
3 *	13/09/01	Mecánico	Cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica
4 *	14/09/01	Mecánico	Cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica

* Maíz amarillo duro variedad Master

** Maíz amarillo duro mezcla de variedades Master y Marginal 28

3.6.2 Contenido de humedad: Se determinó, utilizando el higrómetro para granos y el determinador de humedad para granos AGROFARM, en campo y almacén respectivamente

3.6.3 Determinación de la madurez fisiológica: Se observó la aparición de la capa negra en la base del grano; cuando el 50% de los granos de una mazorca contaba con esta capa, indicaba entonces la madurez fisiológica. Se evaluó el porcentaje de almidón de los granos desde los 85 días después de la siembra hasta alcanzar su porcentaje máximo (madurez fisiológica).

3.6.4 Evaluación de Manejo de Cultivo y Cosecha: Se realizó muestreando mazorcas en el campo de manera completamente al azar, utilizando el método zíg-zag, que consiste en empezar el muestreo por uno de los lados del campo y luego seguir en línea recta o en zig-zag. En cada punto de muestreo se medían 10 metros lineales y se contaban las mazorcas afectadas.

En la evaluación del comportamiento del cultivo de maíz amarillo duro, se

evaluó el porcentaje de humedad del grano en el momento de la cosecha (cosecha 10,15 y 20 días después de la madurez fisiológica y un tratamiento testigo). Se evaluó también plagas y enfermedades en la mazorca. El diseño experimental empleado fue el diseño completamente al azar con 10 observaciones. La unidad experimental fue de aproximadamente 200 g. de maíz para humedad y una mazorca para plagas y enfermedades.

CLAVE

T₁ : Tratamiento testigo

T₂ : Cosecha 10 días después de la madurez fisiológica

T₃ : Cosecha 15 días después de la madurez fisiológica

T₄ : Cosecha 20 días después de la madurez fisiológica

El diseño experimental a utilizado se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Diseño Experimental para Evaluación de Cosecha y Cultivo de Maíz Amarillo Duro.

Observaciones	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	t ₁₁	t ₂₁	t ₃₁	t ₄₁
2	t ₁₂	t ₂₂	t ₃₂	t ₄₂
3	t ₁₃	t ₂₃	t ₃₃	t ₄₃
4	t ₁₄	t ₂₄	t ₃₄	t ₄₄
5	t ₁₅	t ₂₅	t ₃₅	t ₄₅
6	t ₁₆	t ₂₆	t ₃₆	t ₄₆
7	t ₁₇	t ₂₇	t ₃₇	t ₄₇
8	t ₁₈	t ₂₈	t ₃₈	t ₄₈
9	t ₁₉	t ₂₉	t ₃₉	t ₄₉
10	t ₁₁₀	t ₂₁₀	t ₃₁₀	T ₄₁₀

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza y prueba de Duncan al nivel 0.05 para verificar si existe diferencia entre el manejo de cultivo del agricultor y una tecnología de punta que utiliza la Empresa San Fernando.

3.6.5 Evaluación de Manejo Postcosecha:

3.6.5.1 Evaluación de Secado: Se realizó artificialmente por aire caliente a una temperatura de 60°C y 70°C en el molino Agroindustrias MHIL. SAC (San Hilarión - Bellavista) en un secador eléctrico de 20 Tm. de capacidad. Además se realizó el secado natural a temperatura ambiente sobre mantas plásticas (media tonelada aproximadamente por manta y 2.5 cm de espesor). Se evaluó el contenido de humedad a diferentes intervalos de tiempo y el grado de calidad al final del proceso. El diseño experimental empleado fue el diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3. La unidad experimental fue de 1.5 Tm. aproximadamente para el secado artificial y 100 g. para grado de calidad.

CLAVE

- Factor A : Temperatura de secado
 - a₀ : 70°C
 - a₁ : 60°C
 - a₂ : Temperatura ambiental

- Factor B: Tiempo de secado en horas
 - b₀ : 2 horas
 - b₁ : 4 horas
 - b₂ : 6 horas

Bloques

- I : Cosecha 10 días después de la madurez fisiológica
- II : Cosecha 15 días después de la madurez fisiológica
- III : Cosecha 20 días después de la madurez fisiológica

El diseño Experimental utilizado se presenta en el Cuadro 7:

Cuadro 7: Diseño experimental para evaluación de secado de maíz amarillo duro

Bloques	a ₀			a ₁			a ₂		
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₀	b ₁	b ₂	b ₀	b ₁	b ₂
I									
II									
III									

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis de varianza y prueba de Duncan al nivel 0.05.

3.6.5.2 Evaluación de Almacenamiento: Se realizó dos tipos de almacenamiento en el almacén de la Empresa San Fernando:

En bodega a temperatura y humedad relativa ambiental y en cámara fría a temperatura de 11 –13°C y de 50 – 65% de humedad relativa. Se evaluó el contenido de humedad, el grado de calidad y el grado de infestación. El diseño experimental empleado fue el diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3x4. La unidad experimental fue de 18 Kg. para el almacenamiento y 1000 g. para grado de calidad.

CLAVE

- Factor A : Temperatura de secado
 - a₀ : 70°C
 - a₁ : 60°C
 - a₂ : Temperatura ambiental

- Factor B : Semanas de almacenamiento
 - b_0 : 2 semanas
 - b_1 : 4 semanas
 - b_2 : 6 semanas
 - b_3 : 8 semanas

- Bloques
 - I : Cosecha 10 días después de la madurez fisiológica
 - II : Cosecha 15 días después de la madurez fisiológica
 - III : Cosecha 20 días después de la madurez fisiológica

El diseño experimental se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Diseño experimental para evaluación de almacenamiento de maíz amarillo duro

Bloques	a_0				a_1				a_2			
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_0	b_1	b_2	b_3	b_0	b_1	b_2	b_3
I												
II												
III												

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis de varianza y prueba de Duncan al nivel 0.05 para verificar si existe diferencia entre tratamientos.

3.6.5.3 Grado de Calidad: Se realizó aplicando la Norma Técnica Nacional para maíz amarillo duro ITINTEC 205.008 (1984) y la Norma Técnica Nacional ITINTEC 205.029 (1982) (anexos 6. y 7 respectivamente).

3.6.5.4 Isotermas de Absorción: Determinación que se realizó colocando las muestras de maíz amarillo duro en una serie de recipientes cerrados, en las cuales se mantiene una gama de humedades relativas, que se muestran en el Cuadro 9 ,utilizando diferentes soluciones para luego determinar el contenido de agua en el equilibrio mediante pesado.

Cuadro 9: Humedades relativas de las soluciones saturadas para determinar isotermas de absorción

Soluciones Saturadas	Humedad Relativa (%)	
	37 °C	25 °C
Ácido sulfúrico	0.0	0.0
Cloruro de litio	11.0	11.0
Acetato de potasio	20.4	23.0
Cloruro de magnesio	32.0	33.0
Bicromato de sodio	50.3	50.0
Nitrito de sodio	62.4	64.0
Cromato de potasio	84.0	87.0
Nitrato de potasio	93.0	93.0
Agua	100.0	100.0

3.6.5.5 Evaluación de Pérdidas Postcosecha: Evaluación que se realizó mediante pesado en cada operación postcosecha, para luego calcular el porcentaje de pérdida.

3.6.5.6 Muestreo en Almacenamiento: Se realizó aplicando la Norma Técnica Nacional ITINTEC 205.001 (1982) (anexo 8).

3.6.5.7 Análisis Microbiológico: Se realizó en los laboratorios de la Empresa San Fernando S.A. – Lima.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Cultivo

4.1.1 Plagas y Enfermedades

Las plagas de insectos que afectaron las plantaciones de maíz son tres: *Spodoptera frugiperda* (cogollero), *Heliothis zea* (mazorquero), *Diatraea saccharalis* (cañero). En las figuras 6, 7 y 8 se observa el daño causado por estas plagas. La evaluación se realizó a los 71 días después de la siembra.



Fig. 6: Daño causado por
Heliothis zea
(mazorquero)



Fig. 7: Daño causado por
Spodoptera frugiperda
(cogollero)



Fig. 8: Daño causado por
Diatraea saccharalis
(cañero)

El cogollero y mazorquero causan mayor daño a los granos, pues al alimentarse de éstos facilitan el crecimiento de hongos afectando su calidad y su manejo durante el almacenamiento. El cañero no produce pérdidas porque su ataque se origina después del llenado de grano y ataca sólo el tallo.

El Cuadro 10 muestra las plagas que atacan el cultivo en campo del maíz amarillo duro.

Cuadro 10: Cuantificación de plagas que atacan en campo el cultivo de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota).

Parcela	<i>Spodoptera frugiperda</i> (cogollero)	<i>Heliothis zea</i> (mazorquero)	<i>Diatraea saccharalis</i> (cañero)	TOTAL
1	5.0	11.6	3.2	19.8
2	3.7	5.7	3.8	13.2
3	10.8	6.7	1.1	18.6
4	24.0	7.8	31.8

Fuente: Elaboración propia.

Metcalf (1987), indica que las rotaciones de cultivos tienden a suprimir o aminorar la severidad del ataque de insectos; esto confirma los resultados del Cuadro 10, ya que la parcela 4 cuenta con el mayor porcentaje de ataque de insectos, esto debido a que en esta parcela no se practicó rotación de cultivo, pues en la campaña anterior también se sembró maíz.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, utilizando la prueba F y $\alpha = 0.05$ (ver anexo 1) y prueba Duncan para establecer diferencias de ataque de insectos en las parcelas.

Cuadro 11: Prueba Duncan al 5% para mazorquero

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₁ & T ₂	3.10	1.95	Significativo
T ₁ & T ₃	4.00	2.05	Significativo
T ₁ & T ₄	4.00	2.11	Significativo
T ₂ & T ₃	0.90	1.95	No Significativo
T ₂ & T ₄	0.90	2.05	No Significativo
T ₃ & T ₄	0.00	1.95	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

Para mazorquero en la prueba DUNCAN las parcelas sólo la parcela 1 difiere significativamente ya que cuenta con el mayor porcentaje de ataque (11.6% en promedio).

Cuadro 12: Prueba Duncan al 5% para cogollero

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₄ & T ₃	4.70	2.38	Significativo
T ₄ & T ₁	8.00	2.51	Significativo
T ₄ & T ₂	8.70	2.58	Significativo
T ₃ & T ₁	3.30	2.38	Significativo
T ₃ & T ₂	4.00	2.51	Significativo
T ₁ & T ₂	0.70	2.38	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de cogollero en la prueba DUNCAN muestra significación estadística para las parcelas 3 y 4 que cuentan con un porcentaje de ataque mayor inclusive que el de mazorquero (10.8 y 24.0% respectivamente).

Cuadro 13: Prueba Duncan al 5% para cañero

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₂ & T ₁	0.20	1.06	No Significativo
T ₂ & T ₃	1.20	1.12	Significativo
T ₂ & T ₄	1.80	1.15	Significativo
T ₁ & T ₃	1.00	1.06	No Significativo
T ₁ & T ₄	1.60	1.12	Significativo
T ₃ & T ₄	0.60	1.06	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de cañero en la prueba DUNCAN muestra significación estadística para las parcelas 1 y 4; parcelas 2, 3 y 4 con porcentajes de ataque de 3.2, 3.8, 1.1 y 0.0% para las parcelas 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

De este análisis se desprende que para el mazorquero la parcela 1 es la más afectada y para el cogollero las parcelas 3 y 4.

Las enfermedades en campo, afectan generalmente las mazorcas, las semillas se tornan de color oscuro o blanquecinas tal como se muestra en la figura 9. El Cuadro 14 reporta las enfermedades de maíz que atacan la mazorca, siendo esta la pudrición de mazorca, causada por hongos del

género fusarium, que afloran después de la acción de los insectos a través de los orificios por los que ingresaron éstos. En el Cuadro 14 se puede observar que el porcentaje de mazorcas afectadas por hongos es muy baja, lo que significa que no acarrea pérdidas económicas.

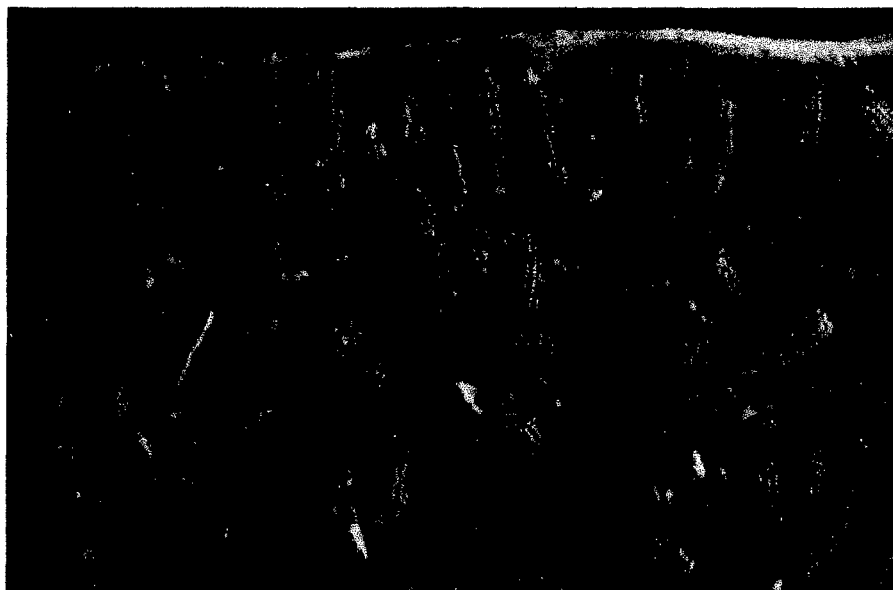


Fig. 9: Enfermedades de la mazorca del maíz amarillo duro en campo

Cuadro 14: Cuantificación de enfermedades del maíz (pudrición de mazorca) en campo.

Parcela	%
1	0.8
2	1.4
3	1.8
4	1.6

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante la prueba de DUNCAN, los resultados se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Prueba Duncan al 5% para enfermedades del maíz amarillo duro

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₂ & T ₄	0.10	0.75	No Significativo
T ₂ & T ₁	0.20	0.79	No Significativo
T ₂ & T ₃	0.50	0.81	No Significativo
T ₄ & T ₁	0.10	0.75	No Significativo
T ₄ & T ₃	0.40	0.79	No Significativo
T ₁ & T ₃	0.30	0.75	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la prueba Duncan se obtiene que los cuatro tratamientos no difieren significativamente.

Las enfermedades de la mazorca causan disminución en la calidad del grano al adquirir un color no característico desagradable para la vista y las pérdidas son económicas, pues si se destina el producto para comercialización se verá afectado por la infección por hongos y micotoxinas, asimismo de posible contaminación de todo el lote.

4.2 Cosecha

4.21. Determinación del Momento de Cosecha

Para determinar el momento de cosecha, se realizó un control del porcentaje de humedad y porcentaje de almidón en las 4 parcelas, tal como se muestra en los Cuadros 16 y 17 y figuras 10 y 11.

Cuadro 16: Variación de humedad (%) del grano de maíz amarillo duro en campo (Fundo San Fernando Buenos Aires – Picota)

Días Después de la Siembra	Experimento			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
85	44.0	45.0	42.5	45.0
92	37.0	38.0	36.6	38.6
99	35.1	36.0	35.8	35.0
106	30.3	33.1	30.9	30.7
113	28.7	30.2	28.7	27.2
120	24.2	26.3	25.1	24.5
122	23.8	25.3	24.8	24.0
126	23.2			23.4
127	23.0			
134	21.7			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 17: Variación de almidón (%) del grano de maíz amarillo duro en campo (Fundo San Fernando Buenos Aires – Picota)

Días Después de la Siembra	Experimento			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
85	59.7	54.7	61.5	60.0
92	61.3	56.3	62.5	61.7
99	63.3	57.4	63.3	63.4
106	63.3	59.7	63.6	63.6
113	63.3	60.0	63.6	63.6
120	63.3	60.0	63.6	63.6
122	63.3	60.1	63.6	63.6
126	63.3			
127	63.4			
134	63.4			

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda para los Cuadros 16 y 17:

T₁ = Tratamiento testigo (cosecha después de 28 días de la madurez fisiológica aproximadamente)

T₂ = Cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica

T₃ = Cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica

T₄ = Cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica

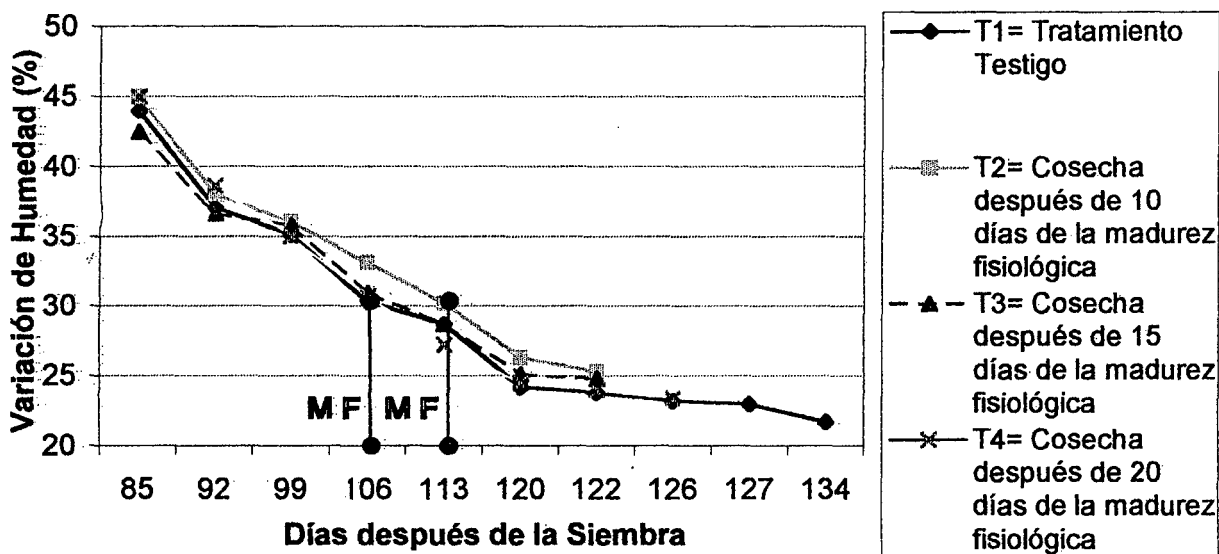


Fig. 10: Variación de humedad (%) de grano de maíz amarillo duro en campo para determinar la madurez fisiológica en el Fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota)

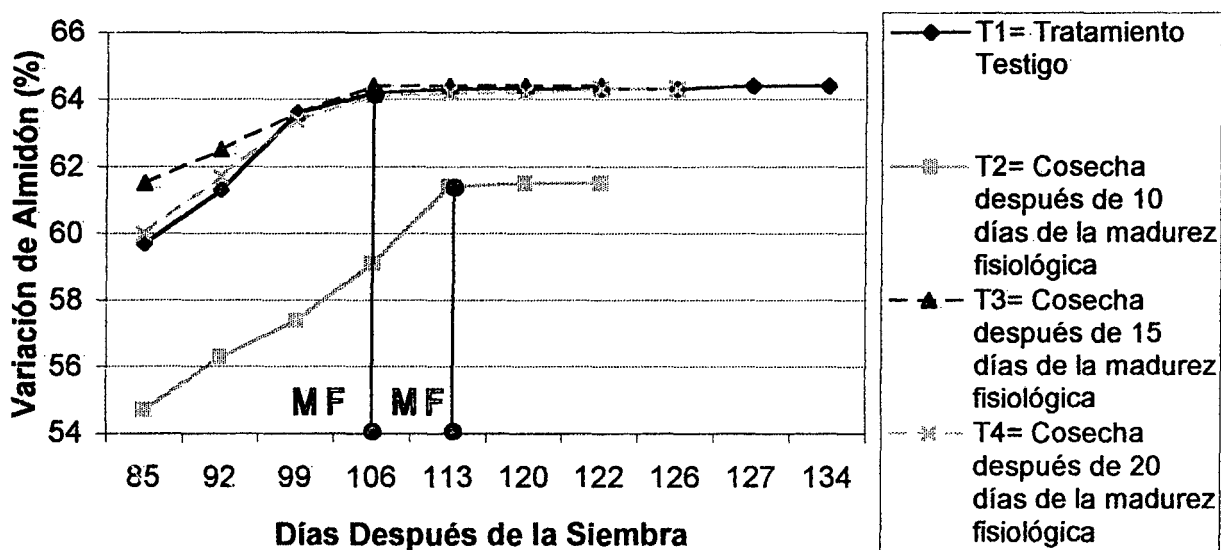


Fig. 11: Variación de almidón (%) de grano de maíz amarillo duro en campo para determinar la madurez fisiológica en el Fundo San Fernando (Buenos Aires - Picota)

MF = Madurez fisiológica

Leonard (1981), indica que el contenido de agua de las semillas de maíz a la etapa de madurez fisiológica varía entre 28 – 36 %, cuando esto sucede, la capa exterior de células a la base donde conecta con la mazorca se muere y se torna en negro; esta “capa negra” provoca una muestra de la madurez. Además, Soplín (1972) indica que el peso seco de la semilla en desarrollo aumenta desde el momento de la fertilización hasta alcanzar un punto más allá del cual ya no se produce aumento adicional (madurez fisiológica). En el presente estudio, la madurez fisiológica para las 4 parcelas se dio alrededor del 30% de humedad del grano, a partir de la cual se estableció la cosecha, a esta humedad la capa negra constituía un 50% de las semillas de la mazorca. Del Cuadro 16, se observa que la madurez se da aproximadamente a los 106 días después de la siembra para las parcelas 1, 3 y 4; en la parcela 2 alcanzó posteriormente la madurez a los 113 días después de la siembra, esto se debe a la combinación de variedades (Master y Marginal 28). Asimismo, los tratamientos 1, 3 y 4 alcanzaron la madurez fisiológica a los 106 días después de la siembra con 63.4; 63.6 y 63.7 % de almidón respectivamente; el tratamiento 2 alcanzó la madurez a los 113 días después de la siembra con 60.1% de almidón; estos resultados se ajustan con lo reportado por Soplín (1972), como se muestra en la figura 11 una vez llegado a este punto (madurez fisiológica) el grano mantiene constante el porcentaje de almidón por ser éstos no climatéricos, siendo este un buen indicador para determinar la madurez fisiológica.

4.22. Evaluación de Pérdidas de Cosecha

En el Cuadro 18, se muestra la merma que sufre el maíz por cada operación de cosecha.

Cuadro 18: Humedad (%) y almidón (%) en el momento de la cosecha de maíz amarillo duro según tipo de cosecha/trilla en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota)

Tratamiento	Fecha Cosecha	Tipo Cosecha	Tipo Trilla	Humedad (%)	Almidón (%)
1	25/01/02	Manual	Manual	21.70	63.4
2	14/01/02	Mecánico	Mecánico	25.30	60.1
3	14/01/02	Mecánico	Mecánico	24.75	63.6
4	19/01/02	Mecánico	Mecánico	23.40	63.7

Fuente: Elaboración propia.

Las pérdidas de cosecha, se evaluó en función al tipo de cosecha manual/mecánica y la trilla. Las figuras 12 y 13 muestran respectivamente la recolección del maíz amarillo duro.

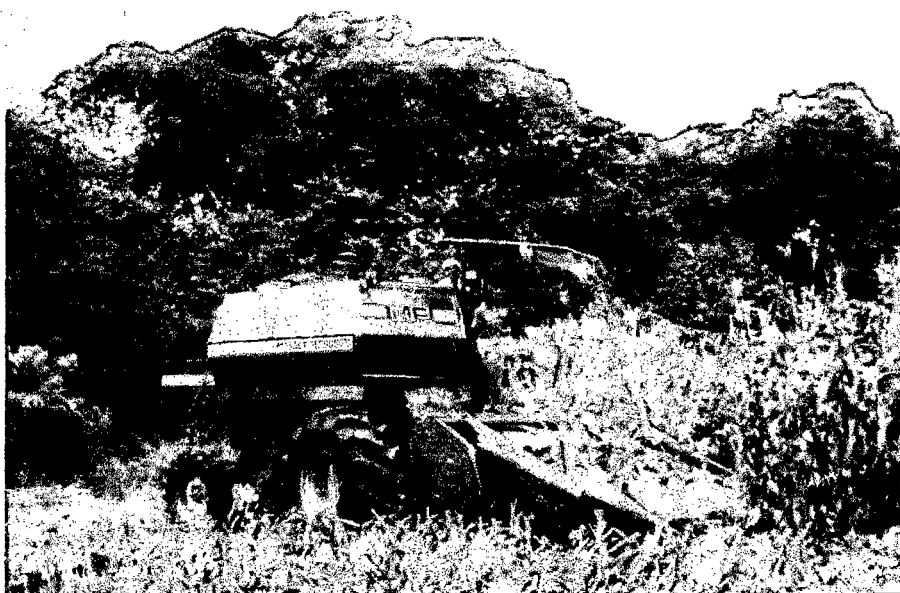


Fig. 12: Cosecha mecánica de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota)



Fig. 13: Cosecha manual de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota)

Según Greig (1985), el contenido de humedad apropiado para la recolección del maíz es de 22 a 28 %, y como se observa en el Cuadro 18 los tratamientos 2, 3 y 4 se encuentran dentro de este rango. El tratamiento 1 no se encuentra dentro del rango de humedad señalado por Greig, esto se debe a que la cosecha se realizó manualmente y el contenido de humedad es menor porque los agricultores de la zona dejan el cultivo en campo por mayor tiempo para disminuir el tiempo de secado (4 – 5 meses).

Estos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un ANVA, utilizando la prueba F y $\alpha = 0.05$ y prueba de DUNCAN, los resultados se muestran en el Cuadro 19.

Cuadro 19: Prueba Duncan al 5% para humedad (%) en el momento de la cosecha de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₂ & T ₃	0.55	1.55	No Significativo
T ₂ & T ₄	1.90	1.63	Significativo
T ₂ & T ₁	3.60	1.68	Significativo
T ₃ & T ₄	1.35	1.55	No Significativo
T ₃ & T ₁	3.05	1.63	Significativo
T ₄ & T ₁	1.70	1.55	Significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la prueba Duncan se obtiene que el tratamiento 1 difiere significativamente de los demás tratamientos.

Para el presente estudio a pesar de que el contenido de humedad eran las adecuadas para la cosecha mecánica, el porcentaje de grano partido en el momento de la cosecha fueron muy elevadas, tal como se muestra en el Cuadro 20.

Cuadro 20: Grano partido, perdida durante la cosecha/trilla y total volumen cosechado de maíz amarillo duro en el Fundo San Fernando (Buenos Aires – Picota)

Tratamiento	Grano Partido (%)	Impurezas (%)	Producción Kg.	Pérdida Kg/Ha	Total Cosecha Kg.	Pérdida (%)
1 *	0.2	0.30	2067.5	0.5	2067.0	0.02
2	8.6	1.93	4692.0	68.0	4624.0	1.45
3	9.3	2.48	5221.3	65.3	5156.0	1.25
4	9.0	2.40	4732.0	34.0	4698.0	0.72

* Cosecha manual, mazorca libre sin bráctea, trilla manual con red.

Fuente: Elaboración propia.

Según Leonard (1981); las cosechadoras – trilladoras bien calibradas o ajustadas no deberían ocasionar pérdidas de más de 2% - 4%; eso quiere

decir que la pérdida que se dio en el momento de la cosecha es muy baja pues no llega ni al 2% como se observa en el Cuadro 20 lo que es favorable para la economía de la Empresa, pero más baja aun es la pérdida del tratamiento testigo ya que la cosecha se realizó en forma manual.

Por otro lado, la Norma Técnica Peruana ITINTEC 205:008 (1984), indica que el porcentaje de grano partido para grado de calidad 3 no debe sobrepasar de 8%. Los tratamientos 2, 3 y 4 sobrepasan este límite, disminuyendo enormemente su calidad, esto puede deberse a la variedad (maíz híbrido, menos resistente) o a la máquina cosechadora por falta de regulación de la velocidad del cilindro o el espacio por donde pasa la mazorca.

4.23. Evaluación de Pérdidas Postcosecha

Las pérdidas durante el periodo postcosecha se muestra en el Cuadro 21, donde se observa que para el secado, las pérdidas por mermas de humedad son demasiado elevadas ya que este proceso se realizó con humedades iniciales mayores al 20%. Greigs (1985), recomienda que las pérdidas postcosecha máximas recomendadas para el secado y almacenamiento son de 5% y 6% respectivamente.

Cuadro 21: Evaluación de pérdidas postcosecha de granos de maíz amarillo duro en la provincia de Picota

Operación Postcosecha	Pérdida (%)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Secado *	8.4	13.8	13.2	11.9
Transporte	0.9	1.0	1.0	0.8
Almacenamiento	9.8	6.6	6.6	8.0
TOTAL	19.1	21.4	20.8	20.7

Fuente: Elaboración propia.

Donde: T₁ = Tratamiento Testigo

T₂ = cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica

T₃ = cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica

T₄ = cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica

* Determinada por la fórmula: % merma = $\frac{\text{Humedad inicial} - \text{Humedad final}}{100 - \text{humedad final}} \times 100$
(FAO, 2000)
Pérdida por reducción de
humedad

Las pérdidas durante el almacenamiento también son elevadas para los tratamientos 1 y 4 comparados con lo que indica Greigs (1985); esto se debe sobretodo a la merma volátil o pérdida de peso y presencia de roedores. La pérdida en el transporte se debe a la rotura de sacos que no se encuentran en buen estado (sacos rotos o cosidos empleados en la campaña anterior).

4.3 Secado

Se realizó dos tipos de secado: secado artificial a temperaturas de 70° y 60°C y secado natural (secado al sol). La variación de humedad (%) de los granos de maíz amarillo duro durante el secado, se muestran en el Cuadro 22 y figuras 14, 15 y 16; donde se observa que el tiempo total de secado es mucho mayor cuando se secan los granos de maíz amarillo duro al sol debido a la temperatura que oscila entre 40° a 45°C, comparado con el secado artificial cuyas temperaturas son mayores (70° y 60°). La FAO (1993), sugiere que se deben secar los granos, para poder almacenarlos con seguridad, hasta aproximadamente 12 a 14% de humedad; y como se muestra en el Cuadro 22 la humedad (%) del grano de maíz amarillo duro al final del proceso de secado se encuentra en el rango mencionado.

Cuadro 22: Evaluación de secado del grano de maíz amarillo duro a temperaturas de 70°, 60°c y secado natural (40 – 45°c) (San Hilarión – Bellavista)

Temperatura De Secado	70°C			60°C			Temperatura Ambiente 40 – 45°C		
	Bloques								
Tiempo Horas	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0 *	25.3	24.8	23.4	25.3	24.8	23.4	25.3	24.8	23.4
1	20.0	20.3	20.4	22.0	21.9	21.5	24.7	24.0	23.0
2	18.5	18.2	18.2	20.7	20.5	20.0	23.8	23.1	22.0
3	16.0	16.5	16.6	19.3	19.1	18.8	22.8	22.2	21.5
4	14.0	15.1	15.4	17.5	18.1	15.8	22.0	21.4	20.9
5	13.0	14.0	14.6	15.3	16.7	14.0	21.5	20.5	20.3
6	12.0	13.5	13.5	14.7	14.5	13.0	20.8	19.0	19.5
7				13.5	13.5	12.0	19.9	18.6	18.5
8							19.0	18.0	17.6
9							18.0	17.1	16.1
10							17.7	16.3	15.1
11							16.9	15.3	14.4
12							16.0	14.9	14.0
13							15.0	13.3	
14							14.3		

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- I :Cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica
- II :Cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica
- III :Cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica
- * :Humedad inicial del grano a la llegada de San - Hilarión.

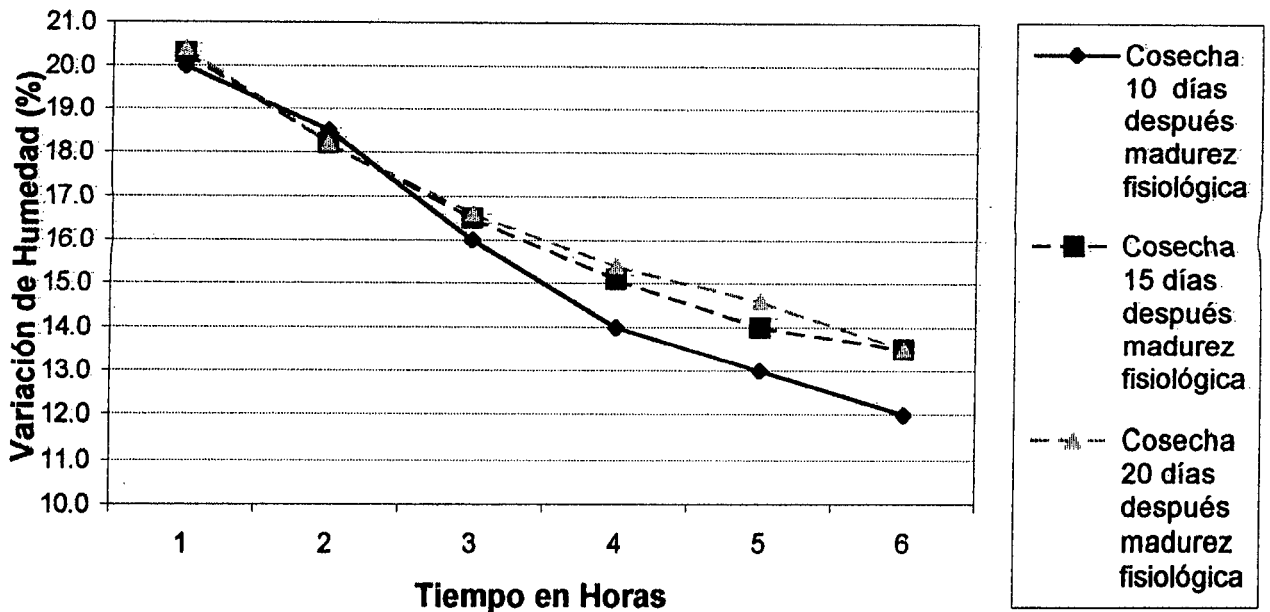


Fig. 14: Variación de humedad (%) del maíz amarillo duro durante el secado artificial a 70°C.

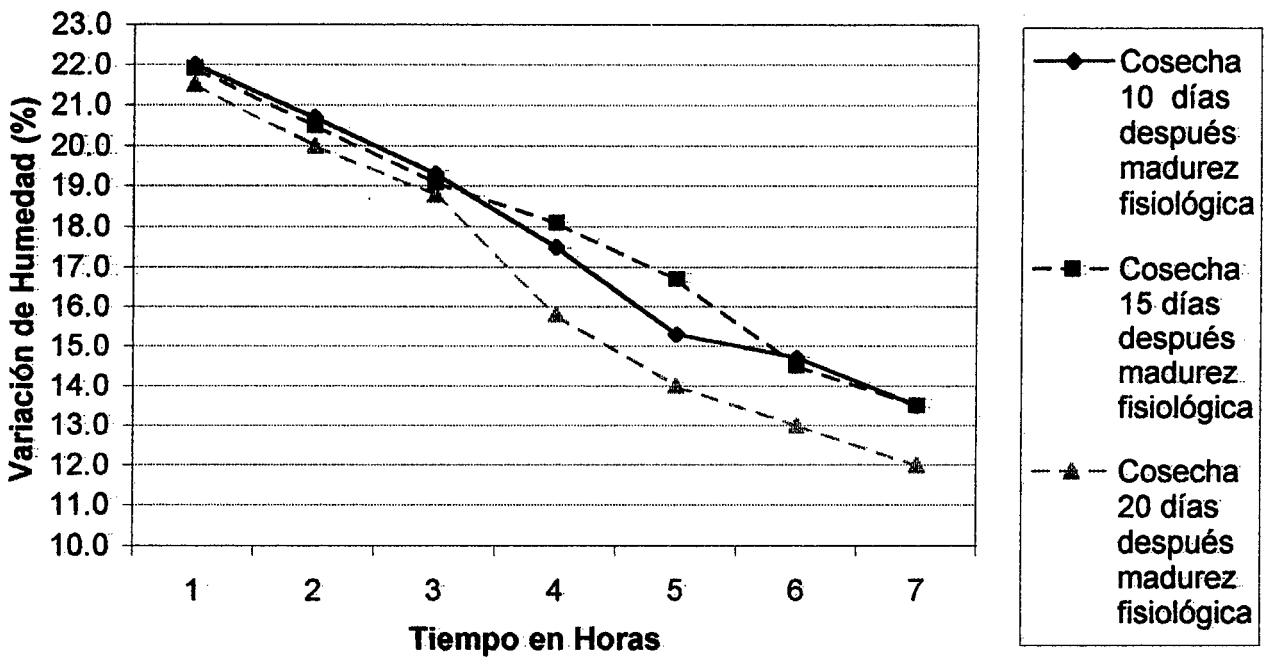


Fig. 15: Variación de humedad (%) del maíz amarillo duro durante el secado artificial a 60°C

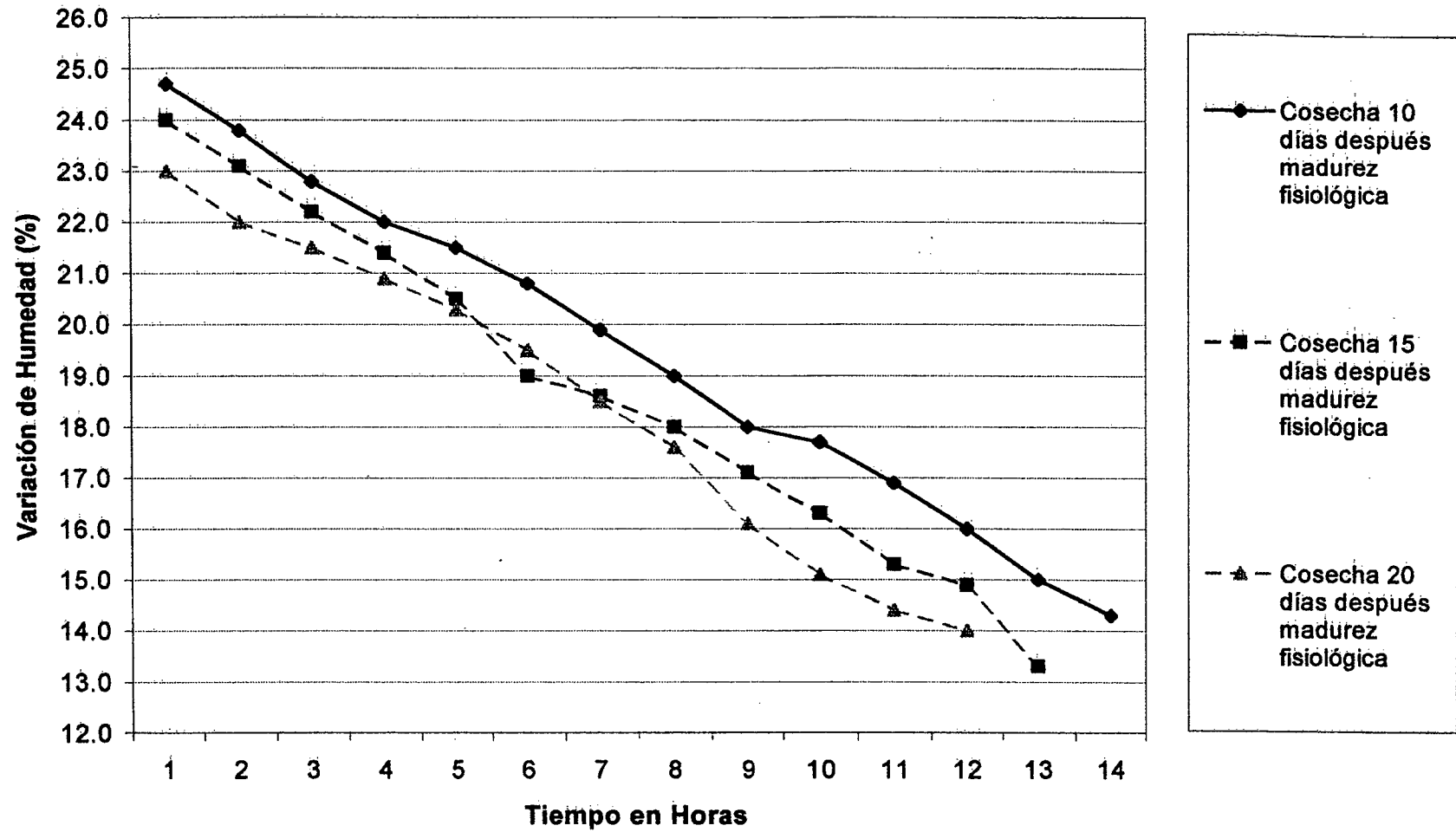


Fig. 16: Variación de humedad durante el secado natural a temperatura ambiente

Para comparar el efecto de la temperatura de secado sobre la humedad (%), se realizó la prueba DUNCAN que se muestra en el Cuadro 23; los resultados reportan que existe diferencia significativa en el factor A (temperatura de secado) y B (tiempo de secado), así podemos observar que la temperatura es inversamente proporcional al tiempo de secado; a mayor temperatura el tiempo de secado disminuye considerablemente como se observa en el Cuadro 17; ya que cuando se seca a temperatura ambiente (40 – 45°C) el tiempo de secado varía de 12 a 14 horas y a temperaturas mayores como 70 y 60°C el tiempo de secado sólo es de 6 y 7 horas respectivamente.

Cuadro 23: Prueba Duncan al 5% para secado de maíz amarillo duro para los factores a (temperatura de secado) y b (tiempo de secado)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
Factor A			
a_2 & a_1	4.19	0.75	Significativo
a_2 & a_0	6.01	0.79	Significativo
a_1 & a_0	1.82	0.75	Significativo
Factor B			
b_0 & b_1	2.76	0.75	Significativo
b_0 & b_1	4.95	0.79	Significativo
b_0 & b_1	2.19	0.75	Significativo

Fuente: Elaboración propia.



Donde: $a_1 = 70^{\circ}\text{C}$ $b_0 = 2$ horas
 $a_2 = 60^{\circ}\text{C}$ $b_1 = 4$ horas
 $a_3 = 40 - 45^{\circ}\text{C}$ $b_2 = 6$ horas

Según la FAO (1993), el secado no ocasiona daños físicos marcados, pero puede hacer que se formen quebraduras por la tensión, así como ampollas y decoloramiento. Leonard (1981), sugiere que la máxima temperatura segura para el secado de los granos es de 60°C. En el secado artificial cuando se seca a 60°C el color del grano de maíz amarillo duro aparentemente sufre alteración tornándose opaco, pero esto se debe a que el secador no se limpió

de arroz), que se quita con lavado con agua, proceso que no es recomendable porque el grano gana humedad. En el secado a 70°C hay una decoloración leve, afectando la calidad de los granos. El secado natural (secado al sol) mantiene el color característico del grano de maíz amarillo duro.

La calidad al final del proceso de secado no varía en cuanto a daño por ruptura del grano, por lo que no se realizó el análisis de varianza para verificar el efecto de temperatura en la calidad del grano.

Teniendo en cuenta estos datos el secado artificial a 60°C sería la opción más conveniente para realizar este proceso, seguido del secado al sol (40 – 45°C) con la única diferencia de tiempo de secado.

4.4 Almacenamiento

4.4.1 Humedad

El Almacenamiento se realizó en el almacén de granos de la Empresa San Fernando (Picota), durante 8 semanas, se efectuó dos tipos de almacenamiento: a temperatura y humedad relativa ambiental (29°C y 76% de humedad relativa); y a temperaturas de 13 a 15°C y humedad relativa de 50 a 65%. El %humedad inicial con que se almacenaron los granos fueron los que alcanzaron al final del proceso de secado.

Durante las 8 semanas de almacenamiento el comportamiento del %humedad fue como se muestra en el Cuadro 24 y 25 y figuras 17, 18, 19, 20, 21 y 22.

Cuadro 24: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota.

Tipo de secado	Cosecha	Semanas de Almacenamiento			
		2	4	6	8
70°C	I	12.1	12.7	12.7	12.2
	II	12.2	12.5	12.3	12.2
	III	12.7	12.6	12.7	12.3
60°C	I	12.1	12.8	12.8	12.3
	II	12.6	12.7	12.6	12.7
	III	11.6	12.0	11.9	11.6
T° ambiente	I	13.0	12.8	13.0	12.0
	II	12.9	12.8	12.8	12.1
	III	12.8	12.8	12.7	11.7
	Testigo	13.5	15.0	14.3	14.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 25: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas 11 – 13°C y 50 – 65 % de humedad relativa en la provincia de Picota.

Tipo de secado	Cosecha	Semanas de Almacenamiento			
		2	4	6	8
70°C	I	11.1	11.8	10.5	11.3
	II	10.7	11.7	10.6	11.8
	III	11.8	12.0	11.1	11.7
60°C	I	11.2	11.9	10.3	11.0
	II	11.2	12.0	11.3	10.8
	III	11.0	11.9	11.3	11.4
T° ambiente	I	11.5	12.0	11.9	11.3
	II	11.3	12.1	11.8	11.3
	III	11.9	12.0	11.5	12.0

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda para los Cuadros 24 y 25:

- I :Cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica
- II :Cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica
- III :Cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica

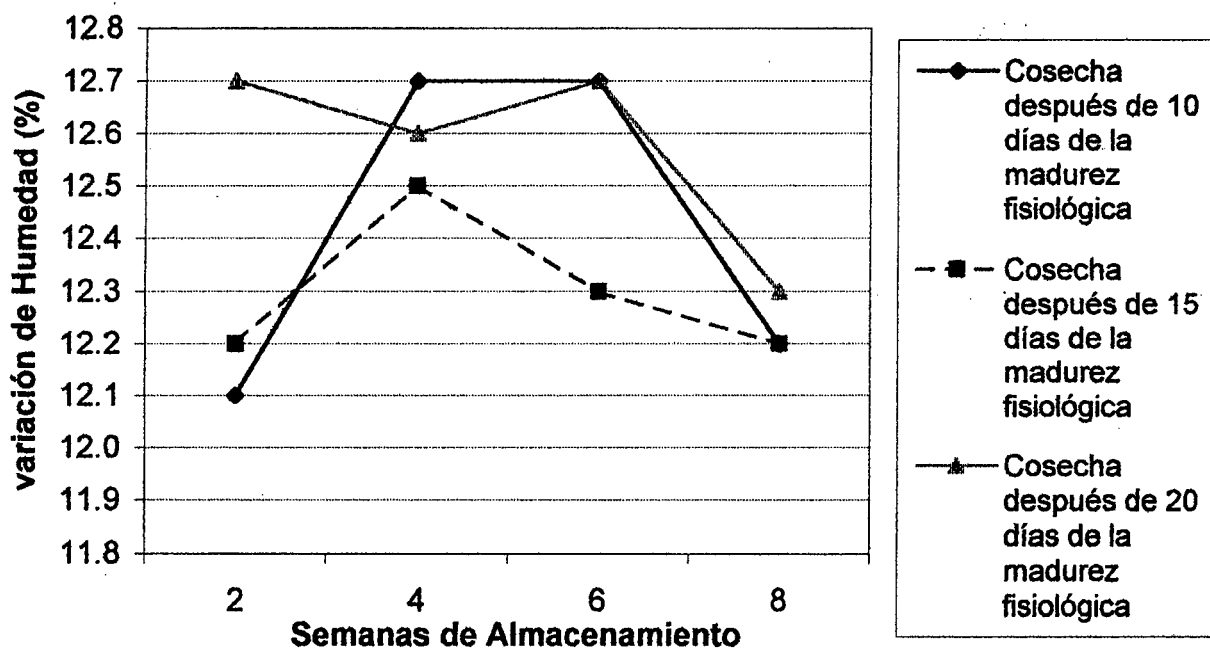


Fig 17: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a 70°C)

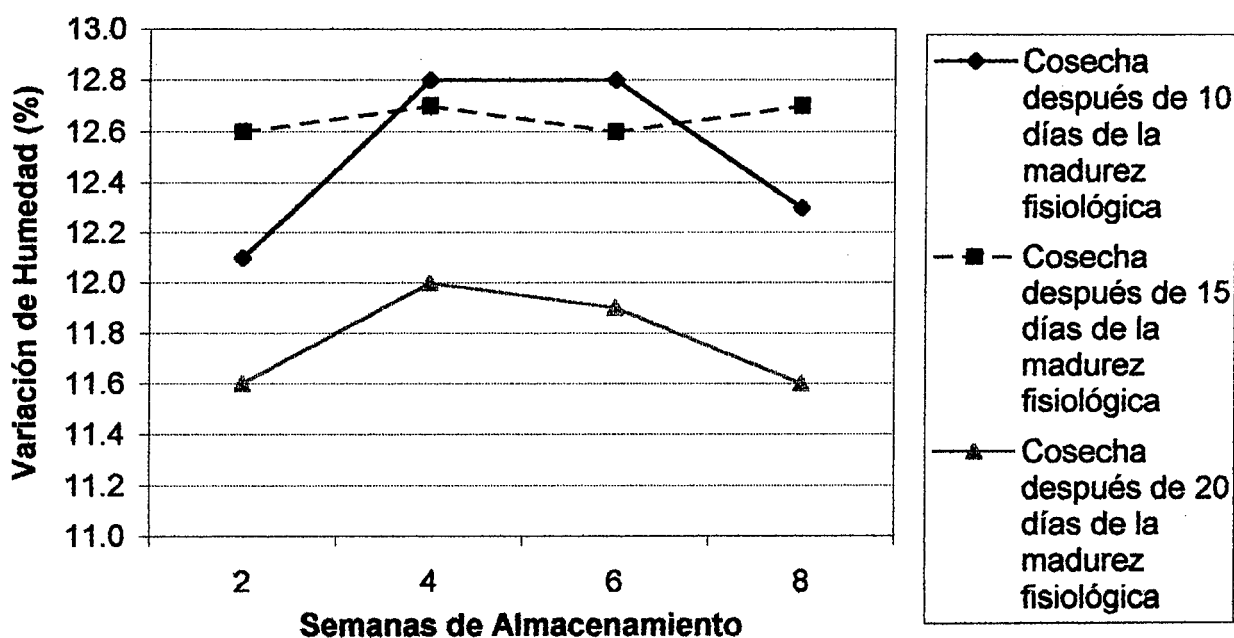


Fig 18: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a 60°C)

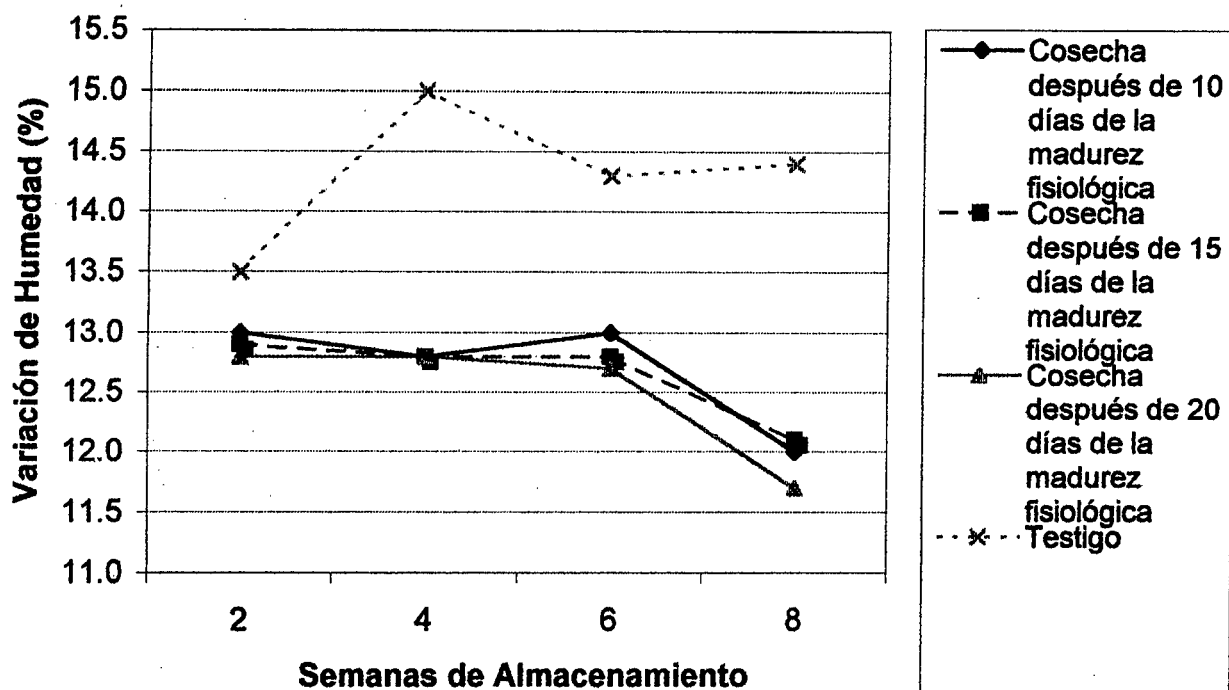


Fig 19: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a temperatura ambiente 40 - 45°C)

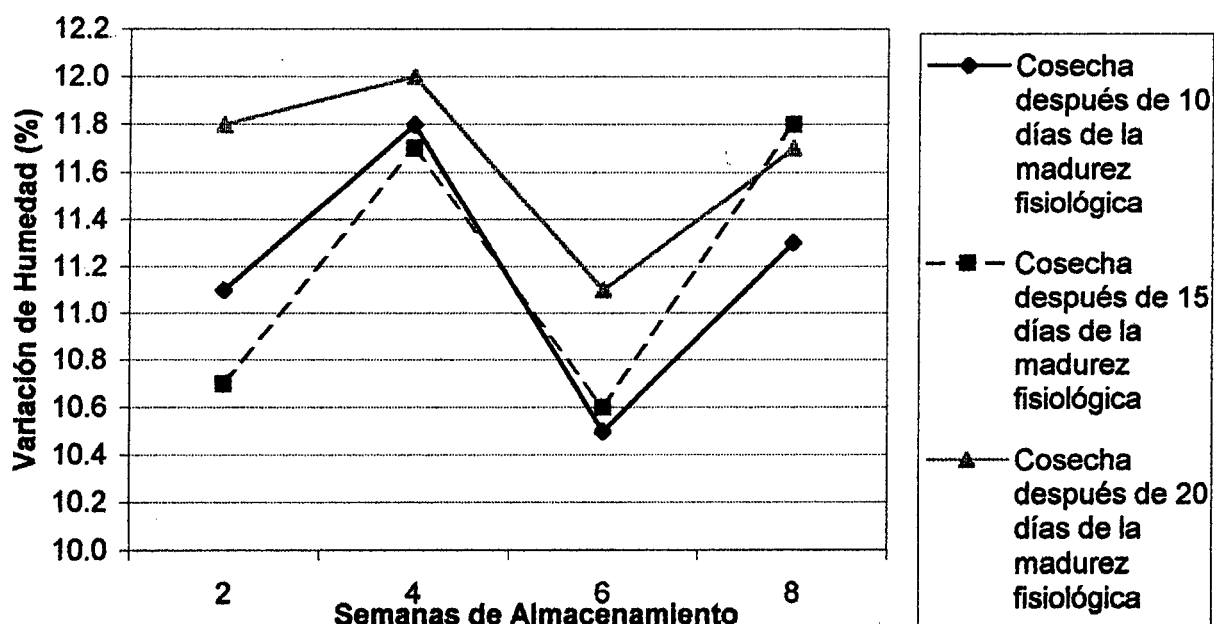


Fig. 20: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo en cámara a temperaturas de 11 - 13°C y 50 - 65% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a 70°C)

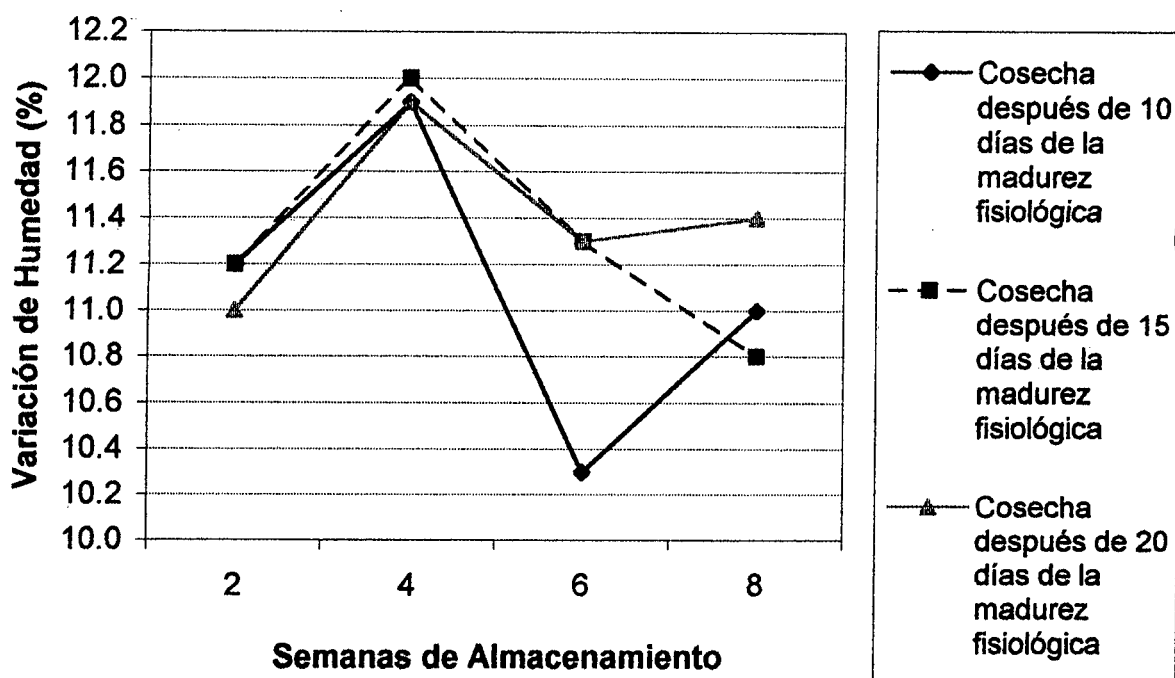


Fig 21: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 - 13°C y 50 - 65% de humedad relativa en la Provincia de Picota (granos secado a 60°C)

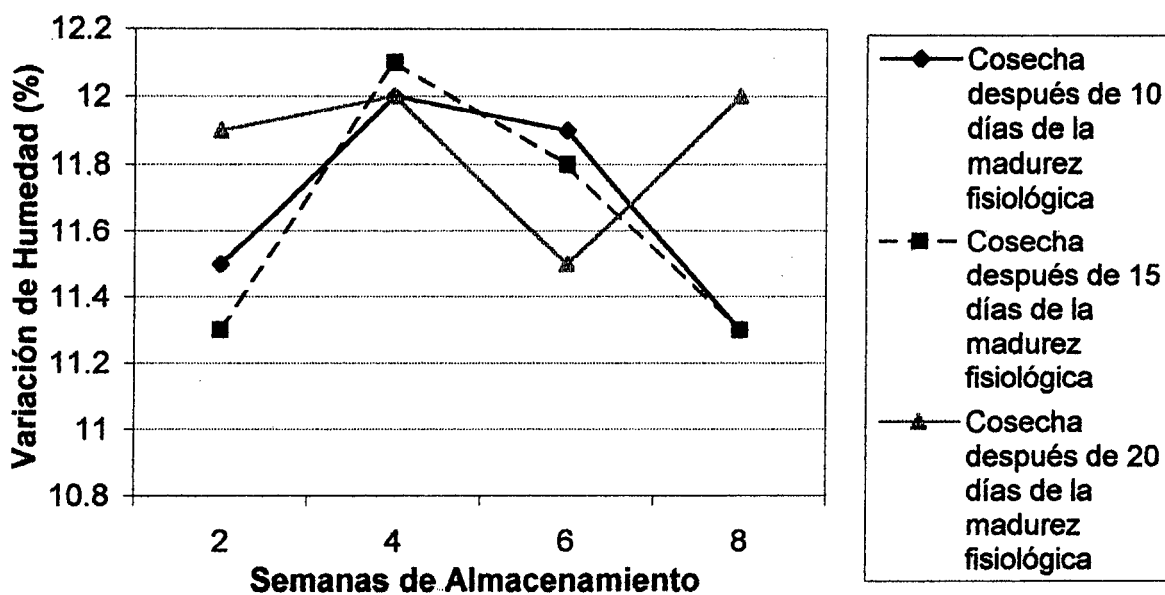


Fig. 22: Variación de humedad (%) durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 - 13°C y 50 - 65% de humedad relativa en la Provincia de Picota (granos secado a temperatura ambiente 40 - 45°C)

Soplin (1972), indica que si la presión de vapor en el interior de las semillas es mayor que la de la atmósfera, se producirá la fuga de vapor de agua desde la semilla hacia la atmósfera, sucediendo lo contrario si la presión de vapor de agua en la atmósfera es mayor que de la semilla. Este intercambio continúa hasta que la presión de vapor de la semilla se iguale con la de la atmósfera, y en este punto no se producen cambios de humedad de la semilla (contenido de humedad de equilibrio). En las figuras 17 al 22 se observa que la variación del porcentaje de humedad en ambos tipos de almacenamiento es muy inestable, pues los granos pierden y ganan humedad, lo que quiere decir que durante el periodo de almacenamiento no llegó al contenido de humedad de equilibrio; esto se debe a que los granos de maíz amarillo duro son muy higroscópicos.

Para verificar la diferencia que pueda existir entre los tratamientos se realizó la prueba de DUNCAN para ambos tipos de almacenamiento cuyos resultados se muestran en los Cuadros 26 y 27.

Cuadro.26: Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa para el factor A (tipo de secado).

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
a_2 & a_1	0.43	0.26	Significativo
a_2 & a_0	0.55	0.28	Significativo
a_1 & a_0	0.12	0.26	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

Donde: $a_1 = 70^\circ\text{C}$
 $a_2 = 60^\circ\text{C}$
 $a_3 = 40 - 45^\circ\text{C}$

Cuadro 27: Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperatura de 11 – 13°C y 50 – 65% de humedad relativa para el factor A (tipo de secado).

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
a_2 & a_0	0.38	0.23	Significativo
a_2 & a_1	0.44	0.25	Significativo
a_0 & a_1	0.06	0.23	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

Donde: $a_1 = 70^\circ\text{C}$
 $a_2 = 60^\circ\text{C}$
 $a_3 = 40 - 45^\circ\text{C}$

Respecto al almacenamiento en bodega a temperatura y humedad relativa ambiental, la prueba de comparación múltiple de DUNCAN muestra que si existe diferencia significativa para el tipo de secado (A); así se observa que cuando el secado se realiza a temperatura ambiente, la humedad (%) del grano de maíz tiende a ser mayor que cuando se seca a 70° ó 60°C.

Para el almacenamiento en cámara (temperatura de 5 – 13°C y humedad relativa de 50 – 65%), en la prueba de comparación múltiple de DUNCAN existe diferencia significativa en el factor A (tipo de secado), para el secado a temperatura ambiente ya que la humedad (%) tiende a ser mayor que cuando se seca a 70° ó 60°C.

4.4.2 Grado de Calidad

La variación del grado de calidad se muestra en los Cuadros 28 y 29 y figuras 23, 24, 25, 26, 27 y 28.

Cuadro 28: Grado de calidad de maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota.

Bloque	$a_0 = 70^\circ \text{C}$				$a_1 = 60^\circ \text{C}$				$a_2 = T^\circ \text{AMB.}$			
	2*	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
I	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4
II	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
III	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4

Cuadro 29: Grado de calidad de maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota.

Bloque	$a_0 = 70^\circ \text{C}$				$a_1 = 60^\circ \text{C}$				$a_2 = T^\circ \text{AMB.}$			
	2*	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
I	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4
II	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4
III	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda para los Cuadros 28 y 29:

- I :Cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica
- II :Cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica
- III :Cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica.
- a_i :Tipo de secado
- * :Tiempo de almacenamiento en semanas.

Soplin (1972), indica que los abusos mecánicos ocasionados por la cosecha mecánica, el manejo y las operaciones de procesamiento, pueden ocasionar considerablemente el deterioro de la semilla, el comportamiento de la semilla puede permanecer latente y afectar a la semilla algún tiempo después durante el almacenamiento. Como se observa en las figuras 23 al 28 el grado de calidad disminuye a mayor

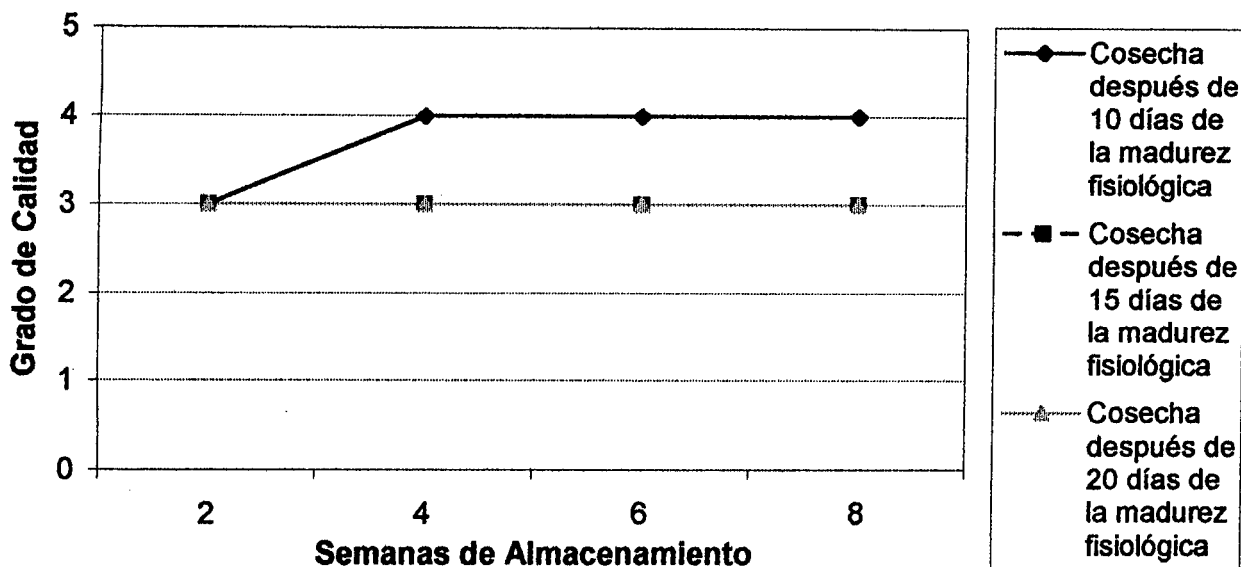


Fig. 23: Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a 70°C)

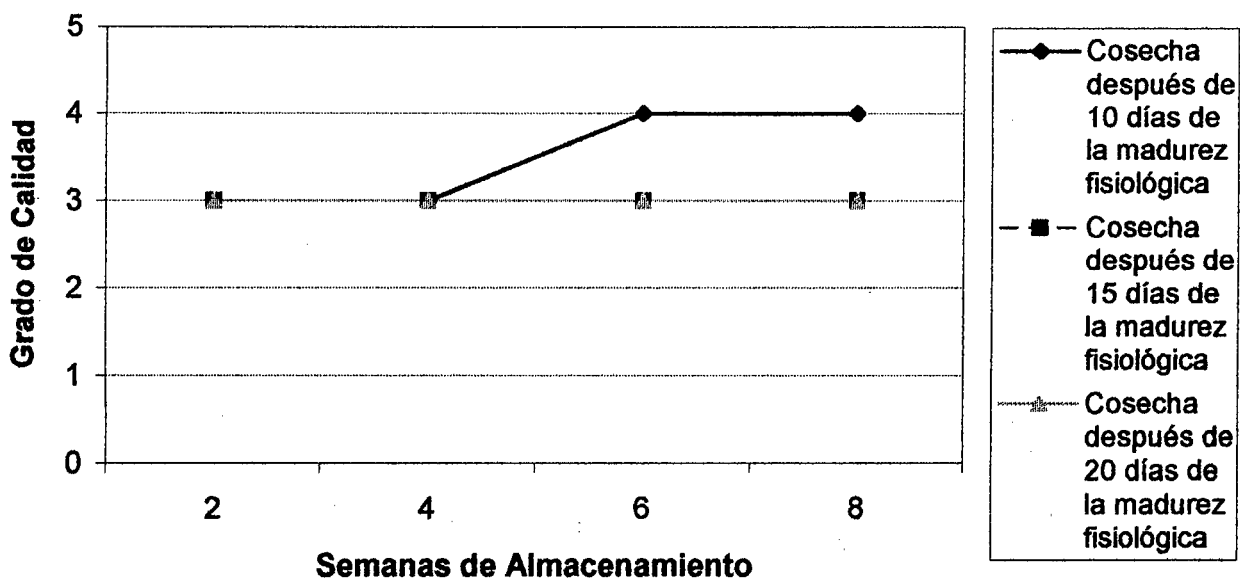


Fig. 24: Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a 60°C)

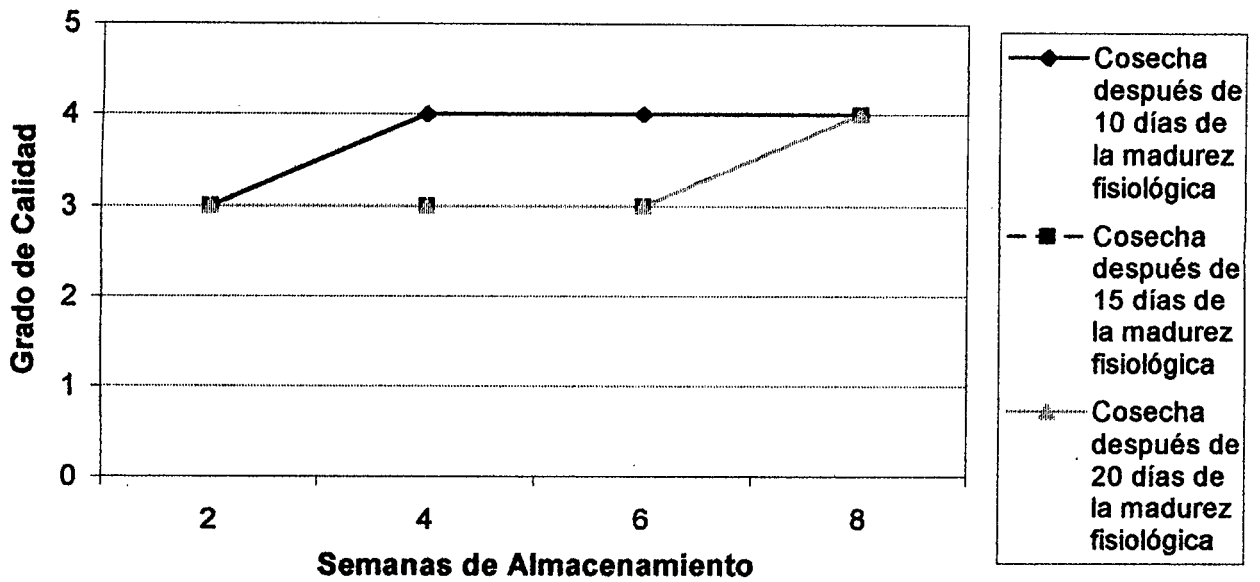


Fig. 25: Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a temperatura ambiente 40 - 45°C)

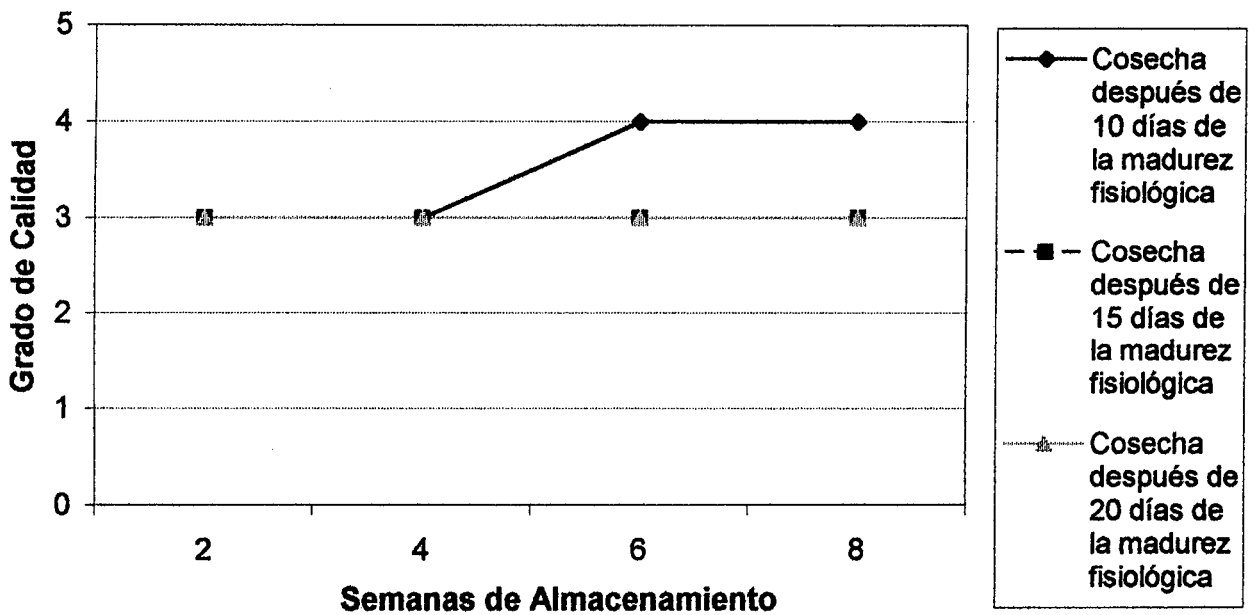


Fig. 26: Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperaturas de 11 - 13°C y 50 - 65% de humedad relativa en la provincia de picota (grano secado a 70°C)

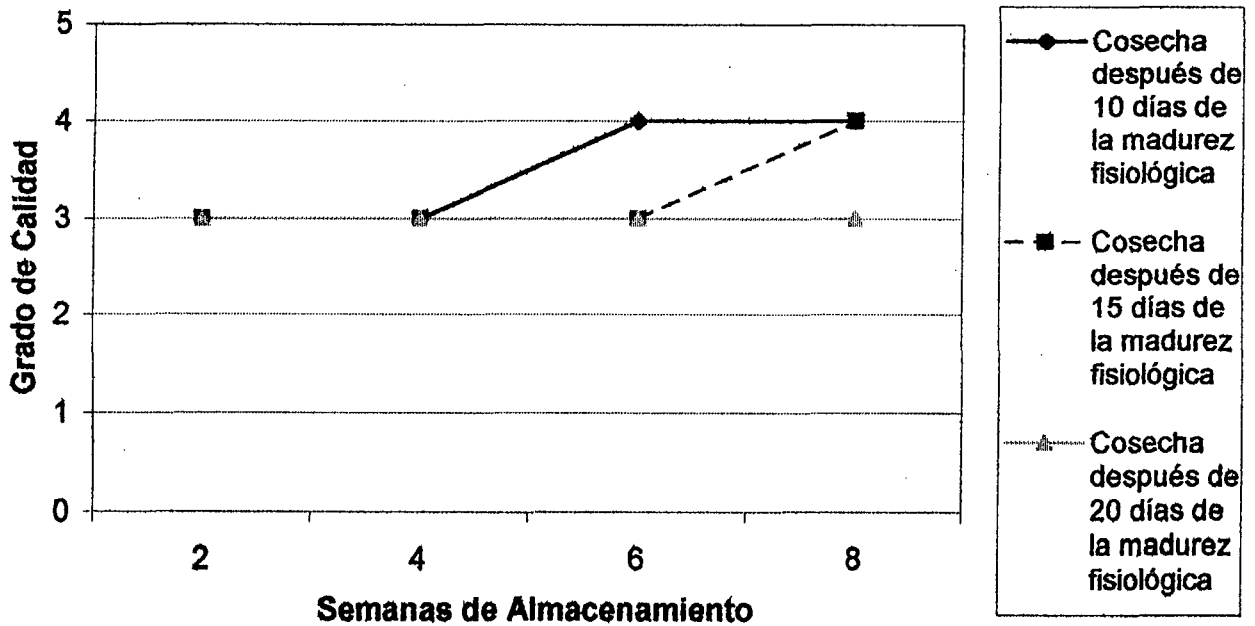


Fig. 27: Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperaturas de 11 - 13°C y 50 - 65% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a 60°C)

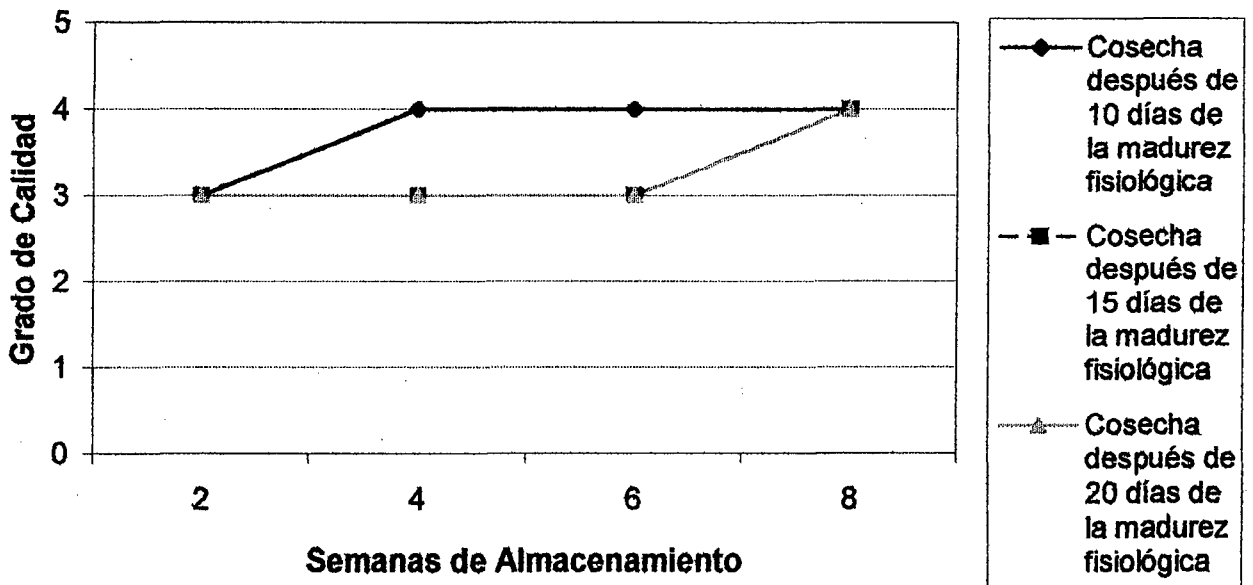


Fig 28: Grado de calidad del maíz amarillo duro durante el almacenamiento en cámara a temperaturas de 11 - 13°C y 50 - 65% de humedad relativa en la Provincia de Picota (grano secado a temperatura ambiente 40 - 45°C)

tiempo de almacenamiento, especialmente para los granos cosechados después de diez días de la madurez fisiológica; esto puede deberse a que el porcentaje de humedad fue mayor (25,3%) y por lo tanto hubo mayor daño mecánico (hendeduras o cortes internos) que posteriormente afectó aún más el grado de calidad.

Para verificar la diferencia que pueda existir entre los tratamientos se realizó la prueba de DUNCAN para ambos tipos de almacenamiento cuyos resultados se muestran en los Cuadros 30 y 31.

Cuadro 30: Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa para el factor B (tiempo de almacenamiento)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
b ₃ & b ₂	0.23	0.26	No Significativo
b ₃ & b ₁	0.34	0.28	Significativo
b ₃ & b ₀	0.56	0.29	Significativo
b ₂ & b ₁	0.11	0.26	No Significativo
b ₂ & b ₀	0.33	0.28	Significativo
b ₁ & b ₂	0.22	0.26	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- b₃: 8 semanas
- b₂: 6 semanas
- b₁: 4 semanas
- b₀: 2 semanas

Cuadro 31: Prueba Duncan al 5% para almacenamiento de maíz amarillo duro en cámara a temperaturas de 11 – 13°C y 50 – 65% de humedad relativa para el factor B (tiempo de almacenamiento)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
b ₃ & b ₂	0.34	0.26	Significativo
b ₃ & b ₁	0.56	0.28	Significativo
b ₃ & b ₀	0.67	0.29	Significativo
b ₂ & b ₁	0.22	0.26	No Significativo
b ₂ & b ₀	0.33	0.28	Significativo
b ₁ & b ₂	0.11	0.26	No Significativo

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- b₃: 8 semanas
- b₂: 6 semanas
- b₁: 4 semanas
- b₀: 2 semanas

Respecto al almacenamiento en bodega a temperatura y humedad relativa ambiental la prueba de DUNCAN indica manifestación estadística en el factor B (tiempo de almacenamiento donde se observa que a mayor tiempo de almacenamiento el grado de calidad tiende a descender).

Respecto al almacenamiento en bodega en cámara (temperatura de 5 – 13°C y humedad relativa de 50 – 65%) la prueba de DUNCAN demuestra significación estadística en el factor B (tiempo de almacenamiento), se observa que a mayor tiempo de almacenamiento el grado de calidad tiende a descender.

Esto demuestra que el grado de calidad disminuye en ambos tipos de almacenamiento conforme se prolonga el tiempo de este, siendo menor estos cambios a bajas temperaturas (11 – 13°C).

Teniendo en cuenta estos resultados, el almacenamiento en cámara fría sería la opción más conveniente para el almacenamiento de granos de maíz amarillo duro, con el único inconveniente del costo elevado de este método.

4.4.3 Infestación e Infección

4.4.3.1 Infestación

Para prevenir el ataque de insectos, se realizó la aplicación preventiva de veneno POISON (insecticida fumigante) al iniciar el almacenamiento a todos los tratamientos excepto el testigo. El grado de infestación se evaluó de acuerdo a lo indicado por De La Torre (1973), los resultados se muestran en el Cuadro 32.

Cuadro 32: Grado de infestación durante el almacenamiento de maíz amarillo duro en bodega a temperatura de 29°C y 76% de humedad relativa en la provincia de Picota

Bloque	a ₀ = 70°C				a ₁ = 60°C				a ₂ = 40 – 45 °C				
	2*	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	
I	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	
II	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	
III	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	BI	
Testigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BI	RI	RI	FI

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

I :Cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica

II :Cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica

III :Cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica

BI :Baja infestación / limpio

RI :Regular infestación

FI :Fuerte infestación

* :Semanas de almacenamiento

a_i :Tipo de secado

Según De Lucía (1993), la fumigación es un tratamiento que consiste en desinfectar los granos mediante un gas tóxico llamado fumigante; esta sustancia, producida y concentrada en forma gaseosa, resulta mortal para una especie viva determinada. Sin embargo, no hay que olvidar que estos tratamientos son de tipo curativo, de manera que no tienen persistencia alguna en el tiempo. El Cuadro 32 muestra el grado de infestación por *Sitophilus zeamais*; el tratamiento testigo presenta infestación desde la cuarta semana debido a que no se trató con insecticida; los bloques I, II y III (cosecha después de 10, 15 y 20 días después de la madurez fisiológica respectivamente) no muestran infestación hasta la sexta semana debido a la acción del fumigante POISON que tiene la propiedad de penetrar en el interior de los granos y llegar hasta la forma oculta de los insectos. De Lucía (1993), sugiere que se debe realizar esta acción nuevamente cuando sea necesario, para este caso a la octava semana cuando la infestación es leve; esta infestación puede estar provocada por el desplazamiento de los insectos dentro del almacén cuando hay lotes contaminados (tratamiento testigo).

4.4.3.2. Infección

La infección es provocada por hongos cuando las condiciones de almacenamiento lo permitan. Al final del almacenamiento se realizó el análisis microbiológico de los granos. El resultado se muestra en el Cuadro 33.

Gonzales (1985), menciona que la Agencia de Drogas y Alimentos (FDA) de los Estados Unidos, tiene establecido un límite de 20 ppb de aflatoxina, para todo producto destinado a consumo humano y animal. Devegowda (2000) indica que el límite permisible para la fumonisina es menor a 5 ppm. Teniendo en cuenta estos límites, se observa que para el almacenamiento a temperatura y humedad

relativa ambiental; los bloques I y III secados a 70°C, II secado a 60°C y II secado a temperatura ambiente; y para el almacenamiento en cámara, los bloques II secado a 70°C, I y II secado a 60°C y I, II, III secados a temperatura ambiente; presentan carga microbiana elevada, lo que significa que no son aptos para el consumo humano y animal. Esta infección puede deberse a que en el momento de la cosecha el porcentaje de grano partido fue muy elevado (8.% en promedio), por lo tanto el grano tuvo más tendencia para la invasión de hongos y por consiguiente, para la contaminación por micotoxinas. Del Cuadro 33 se tiene que el tratamiento testigo no está infectado, esto debido a que el grano partido en el momento de la cosecha fue mínimo (0.2%).

Los bloques II secado a 70°C, I y II secado a 60°C y I y III secado a temperatura ambiente; y para el almacenamiento en cámara los bloques I y II secado a 70°C y III secado a 60°C no presentan infección a pesar de que el grano partido en el momento de la cosecha fue elevado (8% en promedio), esto indica que la contaminación se dio antes del proceso de almacenamiento.

Cuadro 33: Análisis microbiológico de granos de maíz amarillo duro al final del almacenamiento

Tipo De Almacenamiento	Tipo De Secado	Descripción Del Tratamiento	Aflatoxinas (ppb)	Fumonisinias (ppm)	Hongos (ufc/g)	Asperg (ufc/)
Temperatura ambiente	Temperatura ambiente	Tratamiento testigo	0.0	2.5	1.4×10^4	
Temperatura Ambiental Temperatura de 29°C y 76% de H°R	70°C	I	0.0	5.5	1×10^3	
		II	12.6	4.6	2×10^3	
		III	71.2	7.8	1×10^3	
	60°C	I	0.0	3.7	4×10^3	
		II	35.7	5.6	4×10^3	1×10^3
		III	7.8	3.4	2.3×10^4	1×10^3
	Temperatura ambiente	I	0.0	2.2	2×10^3	
		II	0.0	8.1	9.6×10^4	
		III	0.0	2.8	1×10^3	
Cámara Temperatura de 11 – 13°C y 50 – 65% de H°R	70°C	I	0.0	0.6	1×10^3	
		II	12.7	4.6	1.2×10^4	
		III	31.1	5.5	1×10^3	
	60°C	I	37.6	1.0	4×10^4	4×10^3
		II	0.0	9.6	2×10^3	
		III	10.5	3.3	1×10^3	
	Temperatura ambiente	I	0.0	5.0	2.1×10^5	
		II	0.0	6.2	2.4×10^4	3×10^3
		III	0.0	8.2	3×10^3	

Donde:

I :Cosecha después de 10 días de la madurez fisiológica

II :Cosecha después de 15 días de la madurez fisiológica

III :Cosecha después de 20 días de la madurez fisiológica

□ :Infectado dentro de límite normal

■ :Infectado por límites fuera de lo normal

Fuente: Área de Investigación y Desarrollo – Laboratorio Químico
San Fernando S.A. - 2002.

V CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

- Las plagas que causan mayor daño son *Spodoptera frugiperda* (cogollero) y *Heliothis zea* (mazorquero) y representa el 5.0, 3.7, 10.8, 24.0% y 11.6, 5.7, 6.7, 7.8% de ataque para las parcelas 1, 2, 3 y 4 respectivamente.
- Las enfermedades que atacan al maíz en campo (pudrición de mazorca) realizan el daño a través de los orificios por donde ingresaron las plagas y representa el 0.8, 1.4, 1.8, 1.6% de ataque para las parcelas 1, 2, 3 y 4 respectivamente.
- El método de cosecha estimado por el método visual (verificar la aparición de la capa negra) reporta que la madurez fisiológica se da alrededor de 30% de humedad ocurriendo esto a los 106 días después de la siembra para los tratamientos 1, 3 y 4 y a los 113 días para el tratamiento 2. El método químico (contenido de almidón) se da alrededor de 63% para los tratamientos 1,3 y 4; y 60% para el tratamiento 2.
- Durante la cosecha mecánica el porcentaje de grano partido fue muy elevado (8% en promedio) debido a la falta de regulación de la máquina cosechadora o a la variedad del maíz (híbrido menos resistente). El porcentaje de grano partido durante la cosecha manual es muy baja (0.2%) ya que no existe daño mecánico, favoreciendo así su manejo poscosecha.
- Las pérdidas durante la cosecha manual y mecánica (0.02 y 1.45, 1.25, 0.72% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente) son muy bajas.
- Otras pérdidas poscosecha (transporte, secado y almacenamiento) reportan un total de pérdida de 19.1; 21.4; 20.8 y 20.7% para los tratamientos 1, 2, 3, y 4 respectivamente.

- El secado artificial a 60°C fue la opción más conveniente para el proceso de secado de maíz amarillo duro, seguido del secado al sol (temperatura de 40 – 45°C), con un tiempo de secado de 6 y de 12 – 14 horas respectivamente.
- El almacenamiento de granos de maíz amarillo duro en cámara fría (temperaturas de 11 – 13°C) fue la opción más conveniente, con la dificultad del costo elevado de este método.
- El grado de calidad tiende a disminuir, en términos de grano partido, a mayor tiempo de almacenamiento para los granos cosechados 10 días después de la madurez fisiológica (%humedad mayor: 25.3%) en ambos tipos de almacenamiento.
- El grado de infestación es muy baja o nula para los tratamientos tratados con insecticida POISON (3 pastillas por TM), debiendo aplicarse nuevamente a la octava semana si es que el almacenamiento se prolongara.
- La infección por hongos/micotoxinas no se dio para los tratamientos que se secaron hasta 12% de humedad que es el porcentaje límite para el crecimiento de los hongos de almacenamiento.

VI RECOMENDACIONES

6.1 Recomendaciones

- Durante la cosecha mecánica las máquinas deben estar debidamente reguladas para evitar o reducir en lo posible granos partidos y mermas durante la cosecha que producen pérdidas económicas.
- Realizar antes de la cosecha mecánica, limpieza general de las máquinas y materiales a utilizar para reducir las impurezas y posibles fuentes de infección e infestación. Durante la cosecha manual se debe evitar en lo posible el mal manipuleo de los granos, como golpes, para evitar el aumento del porcentaje de grano partido.
- Para disminuir las pérdidas poscosecha durante el transporte se deben utilizar sacos en buen estado, sin roturas. Las pérdidas durante el almacenamiento se pueden reducir colocando trampas o cebos para roedores.
- El secado se debe realizar hasta 12% de humedad aproximadamente para evitar el crecimiento de hongos y micotoxinas durante el almacenamiento, sobre todo si el porcentaje de grano partido es elevado.
- Para iniciar el almacenamiento a temperatura ambiente se debe aplicar insecticida o fumigante para reducir el taque de insectos y sus posteriores consecuencias y complementar a los dos meses como medida de seguridad. Además se debe realizar limpieza del almacén y equipos en forma periódica, así como practicar la higiene personal (utilizar guantes para evitar el contacto directo con los granos de maíz).
- Realizar estudios sobre otros tipos de secadores y temperaturas de secado del maíz amarillo duro.
- Realizar estudios sobre las micotoxinas para identificar en que periodo poscosecha se presentan.

VII BIBLIOGRAFÍA

1. Bardales, D. D. 1991. "Comportamiento y Daños del Gorgojo de los Granos (*Sitophilus* spp coleoptera: curculionidae) en Maíz Amarillo Duro en Campo y Almacén en el Bajo Mayo". Informe de Prácticas pre Profesionales. Ciencias Agrarias. Tarapoto – Perú.
2. De la Torre, G. 1973. "Conservación Técnica de los Granos". Agencia para el Desarrollo Internacional. México/Buenos Aires.
3. De Lucía, M. 1993. "La Ingeniería en el Desarrollo, Manejo y tratamiento de Granos Poscosecha". FAO. Roma.
4. Devegowda, G. 2000. "El Efecto de las Micotoxinas en la Producción Porcina". University of Agricultural Sciences. India.
5. FAO. 1993. "El Maíz en la Nutrición Humana". Roma.
6. FAO. 1998. "Almacenamiento de Granos a Nivel Rural". Serie Tecnológica Poscosecha 1. Roma.
7. FAO. 2000. "Circular Técnico N° 39 – Pérdidas, Mermas y Deterioro de los Granos en la Poscosecha". Roma.
8. Gonzales A., U. 1985. "El Maíz y su Conservación". Editorial Trillas. Mexico.
9. Greig, D. I. 1985. "Prevención de Pérdidas de Alimentos Poscosecha: Manual de Capacitación". FAO. Roma.
10. INIA. 2001. Copias, Revistas. Tarapoto.

11. ITDG. 1998. "Procesamiento de Cereales". 2^{da} Edición. Lima.
12. Jamieson. 1975. "Manejo de los Alimentos. Técnicas de Conservación". Editorial Pax – México.
13. Leonard, D. 1981. "Cultivos Tradicionales". Washington D. C.
14. Metcalfé. 1987. "Producción de Cosechas. Fundamentos y Prácticas". Editorial Limusa. México.
15. Ministerio de Agricultura. 2001. "Compendio Estadístico Agrario Mensual". Campaña Agrícola 2000 – 2001. Tarapoto.
16. Ministerio de Agricultura. 2000. "Maíz en Cifras". Oficina de Información Agraria.
17. Ministerio de Agricultura. 1998. "Curso: Tecnología para la Producción de Maíz Amarillo Duro y Transferencia Tecnológica". Unidad Operativa de Proyectos Especiales.
18. Norma Técnica Nacional 205.029 (1982), 205.008 (1984), y 205.001 (1981).
19. Ospina et al (a). 1995. "Ingeniería y Agroindustria". Terranova Editores. Colombia.
20. Ospina et al (b). 1995. "Producción Agrícola 1". Terranova Editores. Colombia.
21. Ostle, B. 1986. "Estadística Aplicada". Editorial Limusa. México.
22. Soplín. 1972. "Maduración de la Semilla". Universidad Agraria La Molina. Lima.

23. Viena, L. A. 1989. "Almacenamiento de Maíz Amarillo Duro en los Módulos de ENCI – Tarapoto". Informe de Prácticas pre Profesionales. Ingeniería Agroindustrial. Tarapoto – Perú.

24. Weber, E. A. 1989. "Armazenagem Agrícola". Kepler Weber Industrial. Porto Alegre.

VII ANEXOS

ANEXO 1: Evaluación de Cultivo de Maíz Amarillo Duro

1.1 Datos para Evaluación de Mazorquero

Observaciones	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	5.00	0.00	2.00	2.00
2	8.00	0.00	0.00	0.00
3	6.00	0.00	1.00	3.00
4	10.00	2.00	0.00	4.00
5	9.00	1.00	0.00	1.00
6	6.00	2.00	2.00	0.00
7	4.00	3.00	2.00	2.00
8	4.00	6.00	3.00	1.00
9	3.00	6.00	6.00	2.00
10	3.00	7.00	2.00	3.00
TOTAL	58.00	27.00	18.00	18.00
PROMEDIOS	5.80	2.70	1.80	1.80

1.1.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F _c	F _t	Significancia
Tratamiento	3	108.08	36.03	7.77	2.86 – 4.38	*
Error	36	166.90	4.64			
TOTAL	39					

* : significativo

1.1.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

(5.80) (2.70) (1.80) (1.80)
 T₁ T₂ T₃ T₄

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₁ & T ₂	3.10	1.95	Significativo
T ₁ & T ₃	4.00	2.05	Significativo
T ₁ & T ₄	4.00	2.11	Significativo
T ₂ & T ₃	0.90	1.95	No Significativo
T ₂ & T ₄	0.90	2.05	No Significativo
T ₃ & T ₄	0.00	1.95	No Significativo

1.2 Datos para Evaluación de Cogollero

Observaciones	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	0.00	2.00	2.00	7.00
2	0.00	0.00	3.00	10.00
3	2.00	1.00	8.00	14.00
4	7.00	0.00	4.00	14.00
5	0.00	0.00	2.00	9.00
6	4.00	2.00	10.00	13.00
7	3.00	2.00	8.00	13.00
8	3.00	3.00	7.00	4.00
9	3.00	6.00	9.00	10.00
10	3.00	2.00	5.00	11.00
TOTAL	25.00	18.00	58.00	105.00
PROMEDIOS	2.50	1.80	5.80	10.50

1.2.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Tratamiento	3	472.9	157.63	23.049	2.86 – 4.38	**
Error	36	246.20	6.84			
TOTAL	39					

** : altamente significativo

1.2.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

(2.50) (1.80) (5.80) (10.50)
T1 T2 T3 T4

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₄ & T ₃	4.70	2.38	Significativo
T ₄ & T ₁	8.00	2.51	Significativo
T ₄ & T ₂	8.70	2.58	Significativo
T ₃ & T ₁	3.30	2.38	Significativo
T ₃ & T ₂	4.00	2.51	Significativo
T ₁ & T ₂	0.70	2.38	No Significativo

1.3 Datos para Evaluación de Cañero

Observaciones	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	0.00	2.00	2.00	0.00
2	3.00	0.00	1.00	0.00
3	0.00	3.00	0.00	0.00
4	3.00	4.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	3.00	0.00
7	2.00	2.00	0.00	0.00
8	4.00	1.00	0.00	0.00
9	3.00	2.00	0.00	0.00
10	0.00	3.00	0.00	0.00
TOTAL	16.00	18.00	6.00	0.00
PROMEDIOS	1.60	1.80	0.60	0.00

1.3.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Tratamiento	3	21.6	7.2	5.36	2.86 – 4.38	*
Error	36	48.40	1.34			
TOTAL	39					

* : significativo

1.3.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

(1.60) (1.80) (0.60) (0.00)

T1 T2 T3 T4
— —

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₂ & T ₁	0.20	1.06	No Significativo
T ₂ & T ₃	1.20	1.12	Significativo
T ₂ & T ₄	1.80	1.15	Significativo
T ₁ & T ₃	1.00	1.06	No Significativo
T ₁ & T ₄	1.60	1.12	Significativo
T ₃ & T ₄	0.60	1.06	No Significativo

1.4 Datos para Evaluación de Enfermedades

Observaciones	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	0.00	1.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	1.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	2.00	1.00	1.00	1.00
5	2.00	1.00	0.00	0.00
6	0.00	1.00	0.00	3.00
7	1.00	2.00	2.00	0.00
8	2.00	1.00	1.00	1.00
9	0.00	2.00	0.00	1.00
10	0.00	0.00	0.00	1.00
TOTAL	7.00	9.00	4.00	8.00
PROMEDIOS	0.70	0.90	0.40	0.80

1.4.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significan
Tratamiento	3	1.4	0.47	0.67	2.86 – 4.38	ns
Error	36	25.00	0.69			
TOTAL	39					

ns : no significativo

1.4.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

(0.70) (0.90) (0.40) (0.80)
T1 T2 T3 T4

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₂ & T ₄	0.10	0.75	No Significativo
T ₂ & T ₁	0.20	0.79	No Significativo
T ₂ & T ₃	0.50	0.81	No Significativo
T ₄ & T ₁	0.10	0.75	No Significativo
T ₄ & T ₃	0.40	0.79	No Significativo
T ₁ & T ₃	0.30	0.75	No Significativo

1.5 Datos para Evaluación de Almidón

Observaciones	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	63.5	60.1	63.6	63.7
2	63.3	60.1	63.5	63.8
3	63.2	59.9	63.7	63.9
4	63.4	59.8	63.6	63.7
5	63.4	60.5	63.6	63.5
TOTAL	316.8	300.4	318.0	318.6
PROMEDIO	63.4	60.1	63.6	63.7

1.5.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significan
Tratamiento	3	45.75	15.52	5.28	3.24 -5.29	ns
Error	16	46.20	2.89			
TOTAL	19					

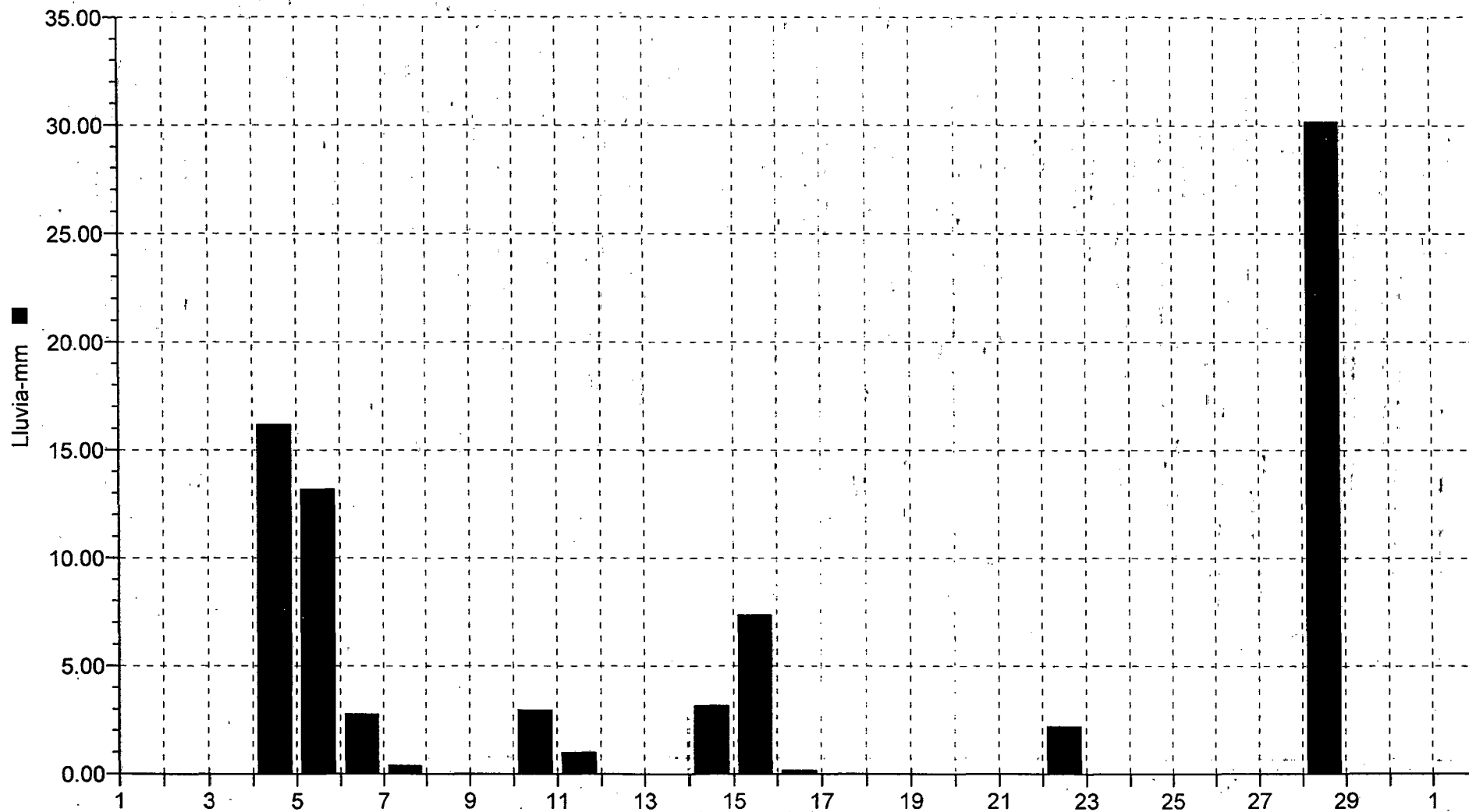
1.5.2 Prueba de rangos múltiples de DUNCAN

(63.7) (63.6) (63.4) (60.1)
T1 T2 T3 T4

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₄ & T ₃	0.10	2.55	No Significativo
T ₄ & T ₁	0.30	2.68	No Significativo
T ₄ & T ₂	3.60	2.75	Significativo
T ₃ & T ₁	0.20	2.55	No Significativo
T ₃ & T ₂	3.50	2.68	Significativo
T ₁ & T ₂	3.30	2.55	Significativo

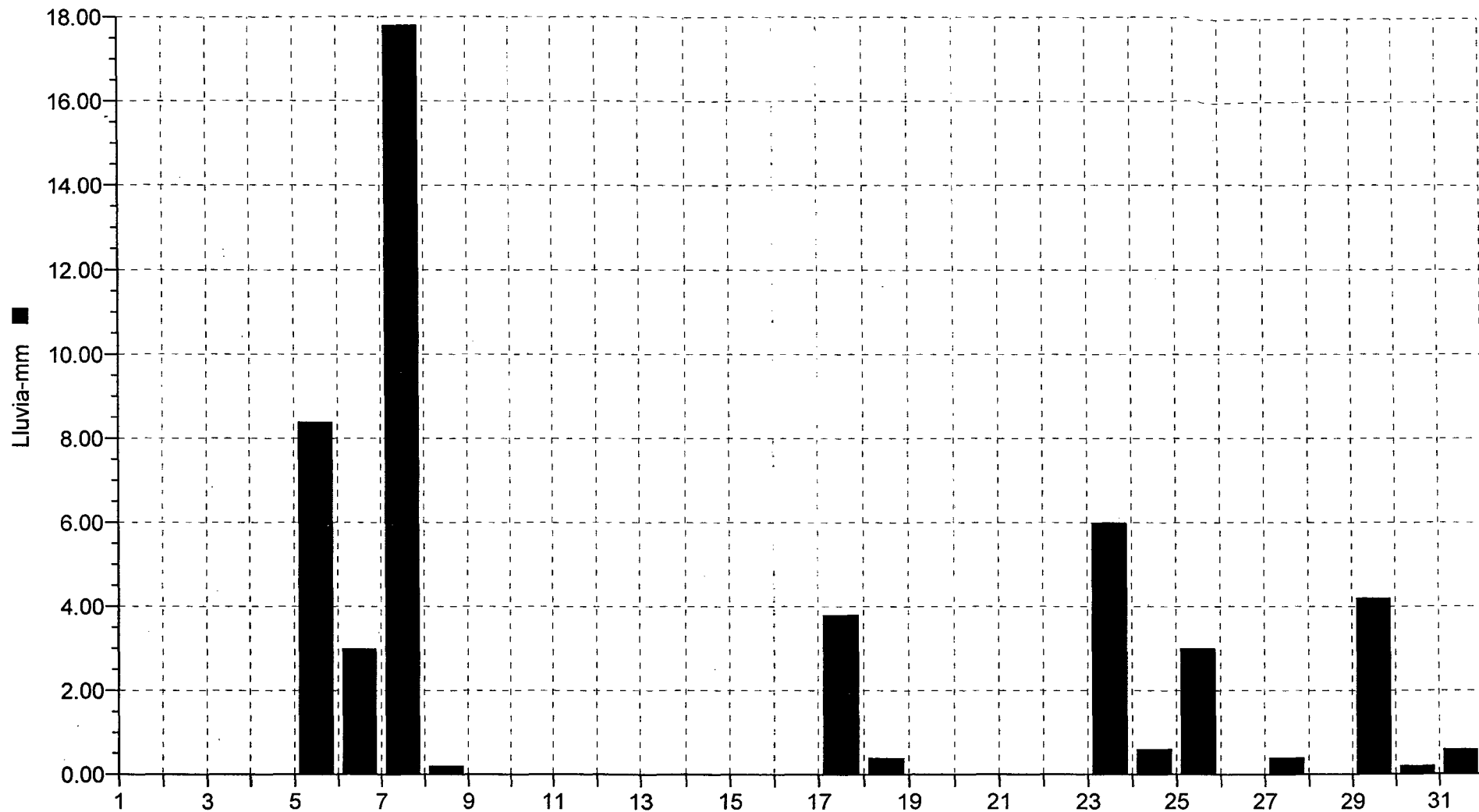
ANEXO 2: Datos Meteorológicos durante el Periodo Vegetativo del Cultivo de Maíz Amarillo Duro

2.1 Datos Meteorológicos Durante el Periodo Vegetativo del Cultivo de Maíz Amarillo Duro para el Mes de Setiembre 2001



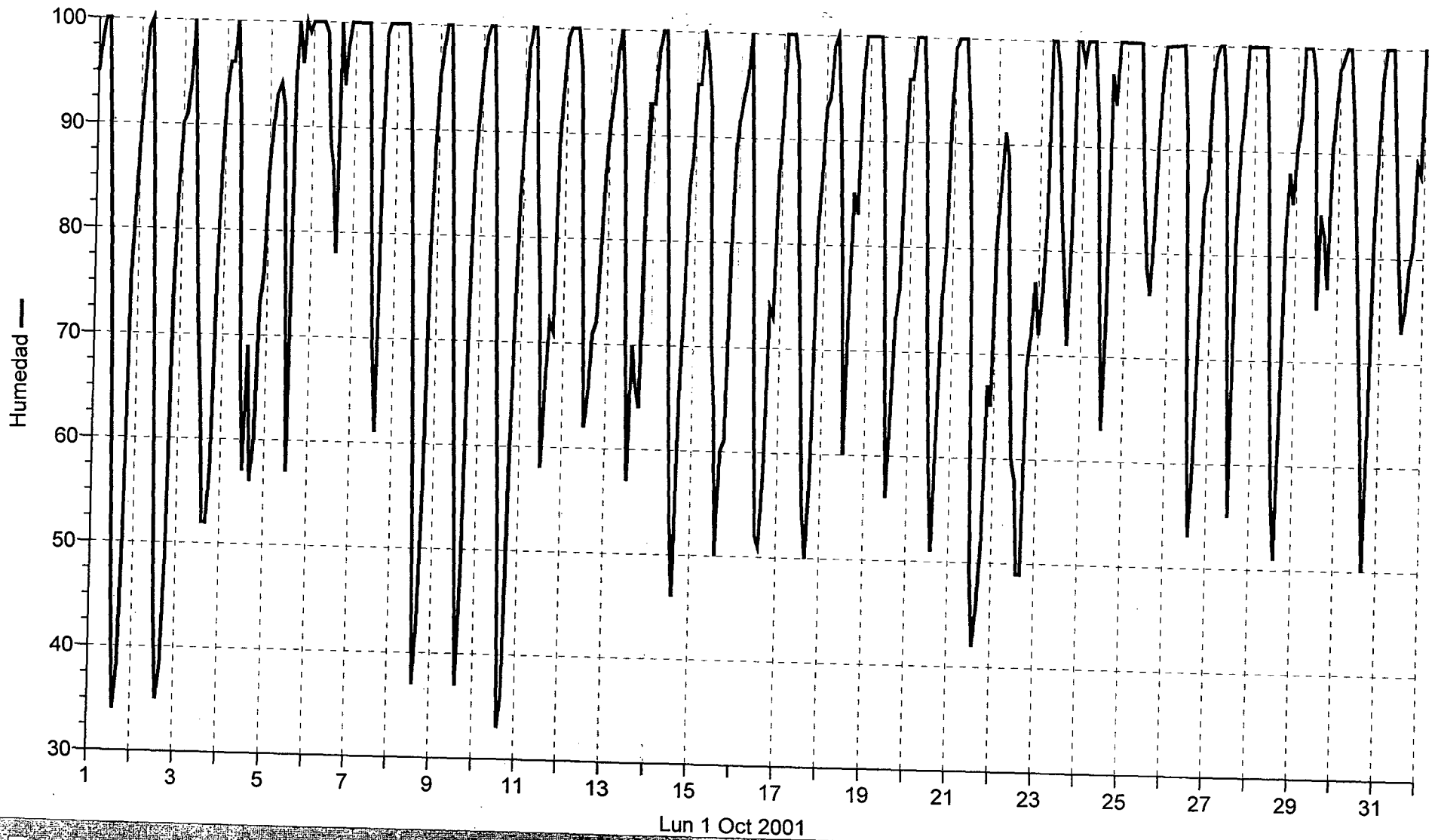
Sáb 1 Sep 2001

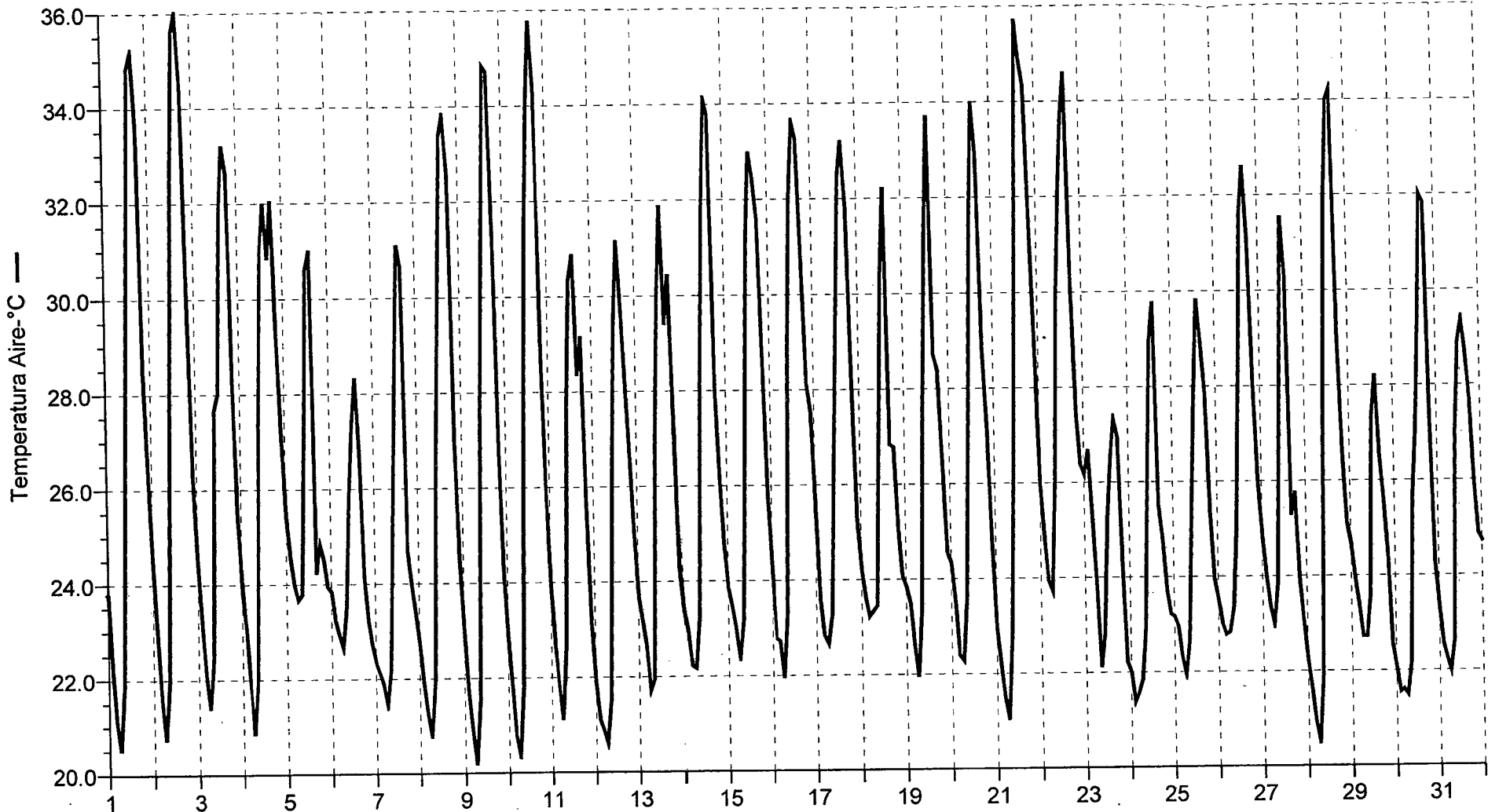




Lun 1 Oct 2001



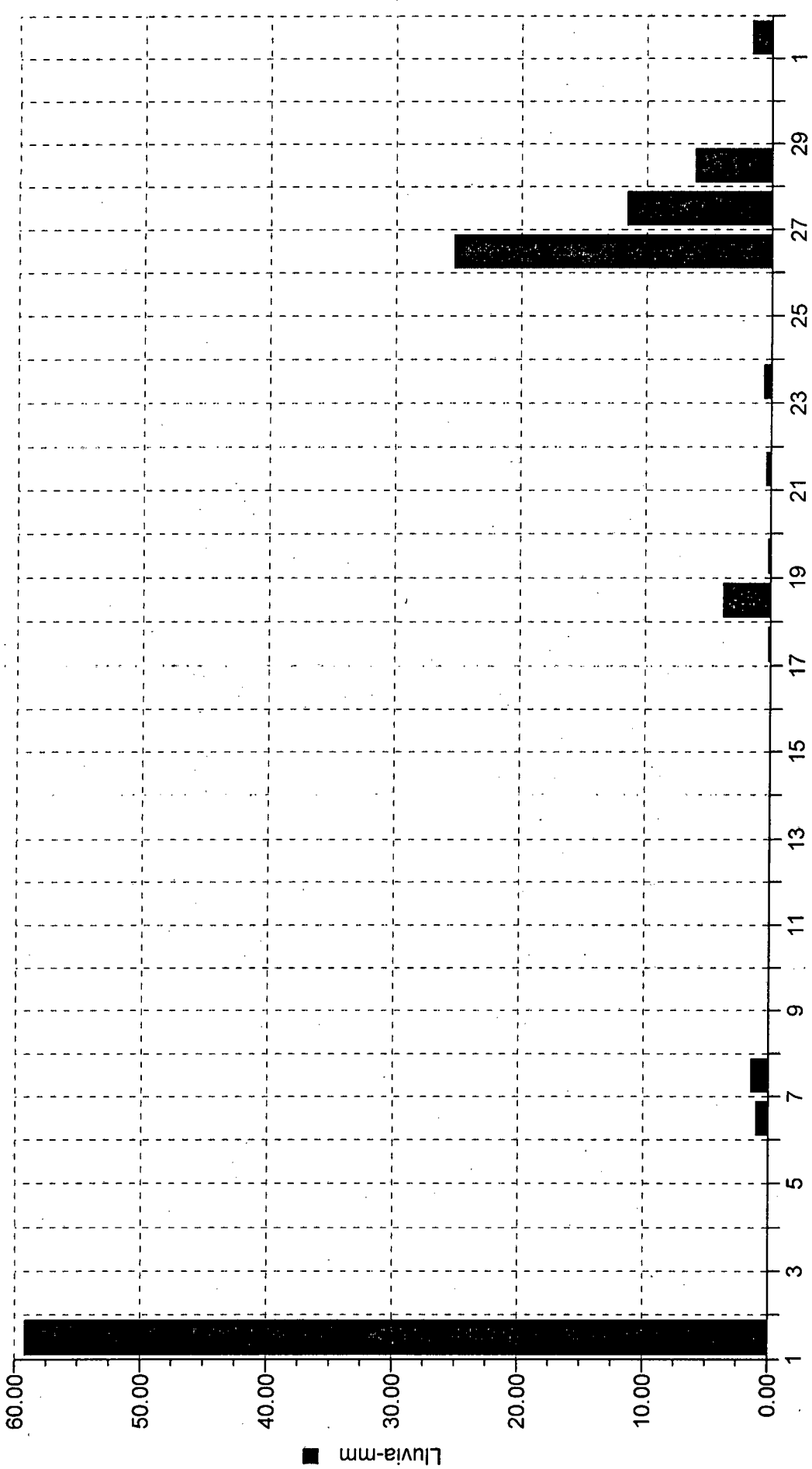




Lun 1 Oct 2001

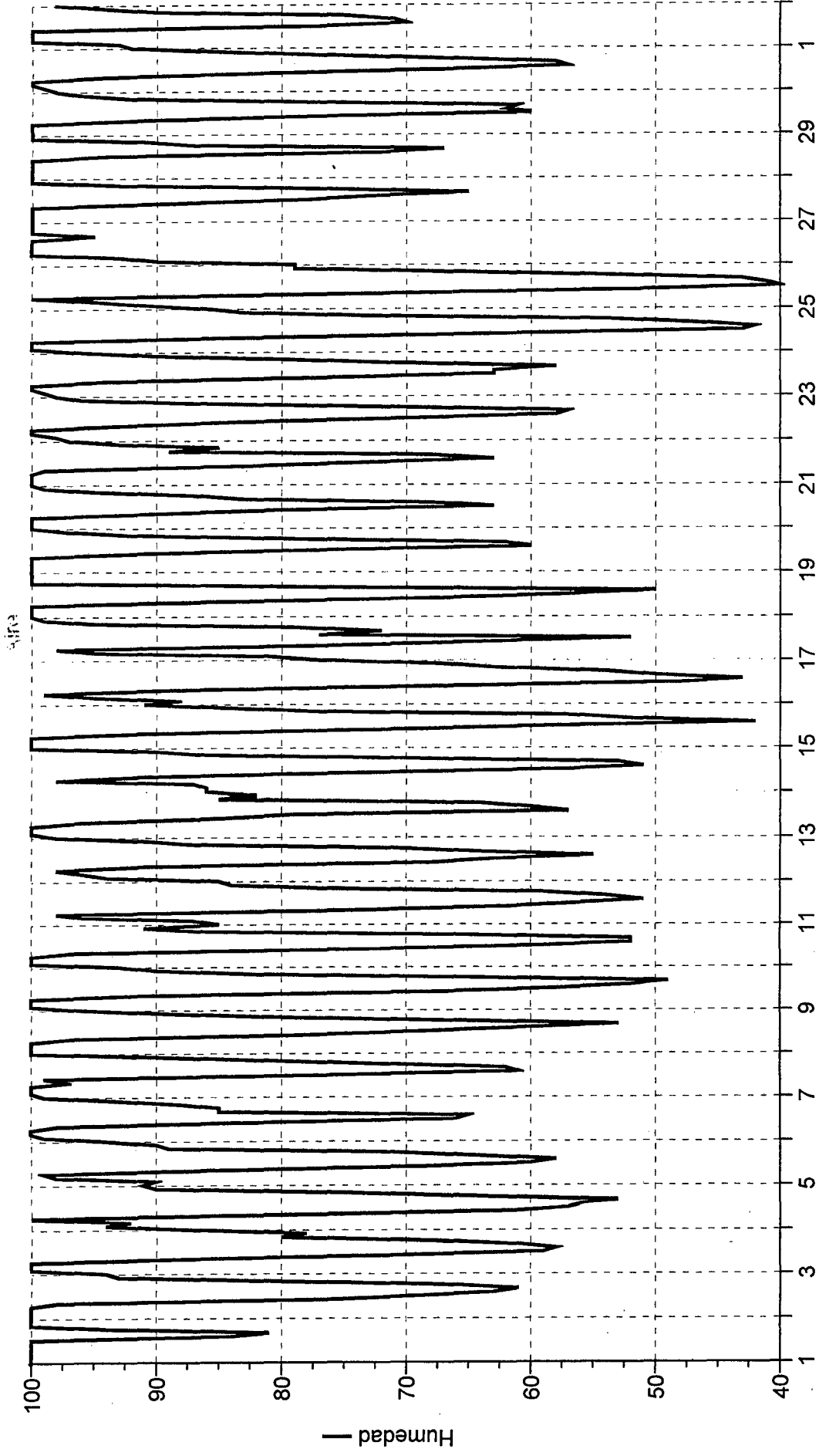
Temp. Aire	Max Temp. Aire	Min Temp. Aire	E.T	Temp. Suelo	Rad. Solar	Energía Solar
Grados-Día	Barometro	Veloc. Viento	Max Vel. Viento	Dirección Viento	Sens. Térmica	Recorrido Viento
Lluvia	Intensidad Lluvia	Humedad	Punto Rocío	Índice Tmp. Hum.	Humecta. Hoja	

**2.3 Datos Meteorológicos Durante el Periodo Vegetativo del Cultivo de Maíz
Amarillo Duro para el Mes de Noviembre 2001**



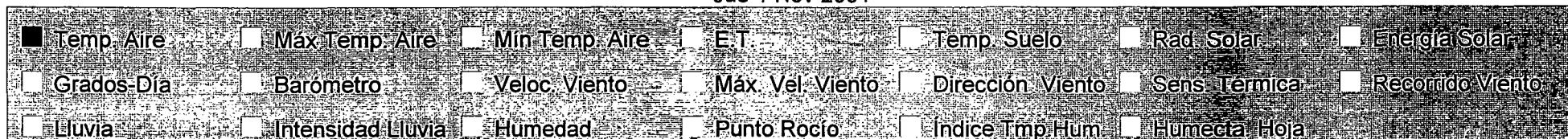
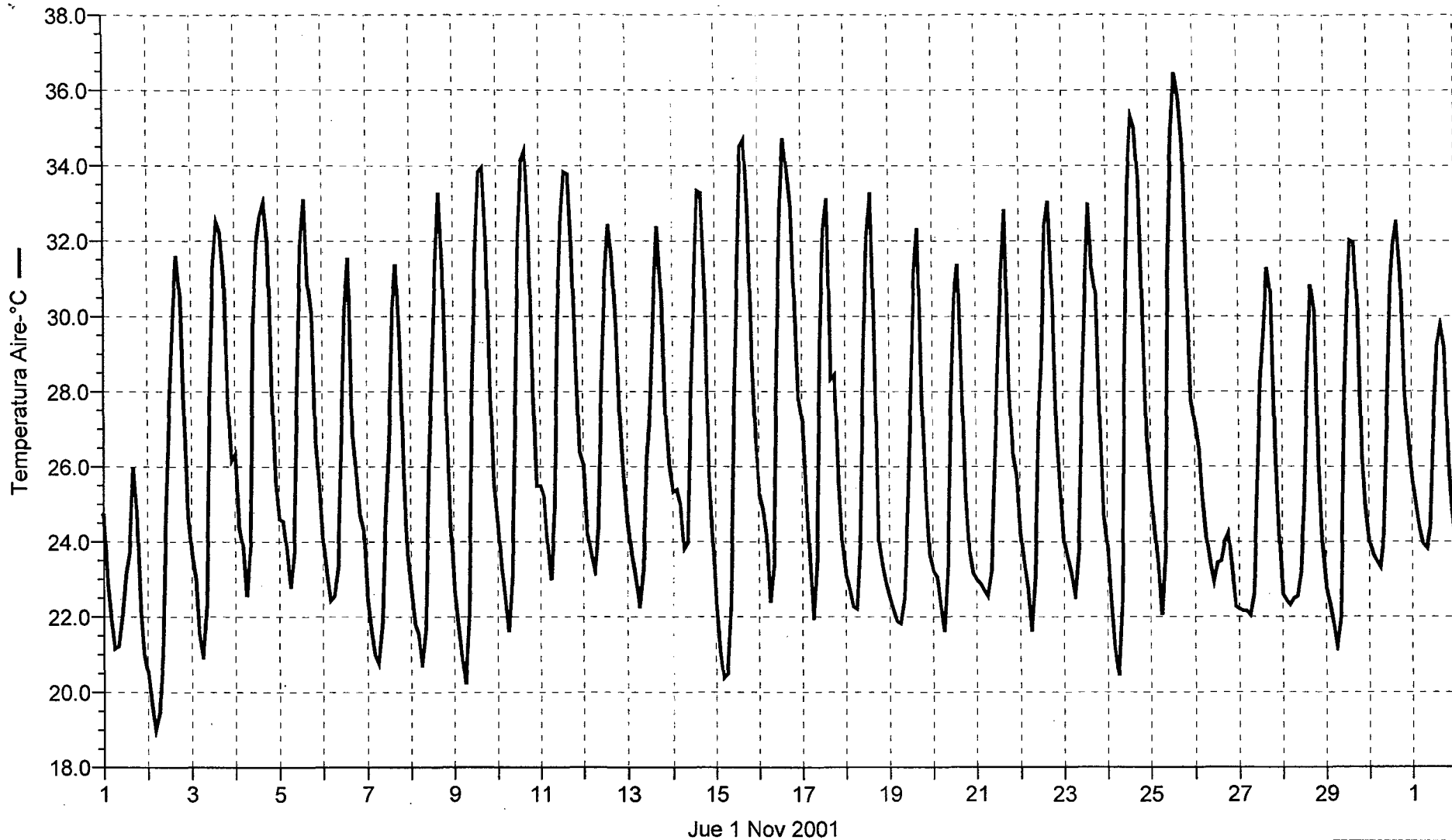
Jue 1 Nov 2001

- Temp. Aire
- Max Temp. Aire
- Grados-Día
- Lluvia
- Min Temp. Aire
- Barómetro
- Intensidad Lluvia
- E.T.
- Veloc. Viento
- Humedad
- Temp. Suelo
- Rad. Solar
- Dirección Viento
- Índice Temp. Hum.
- Sens. Térmica
- Humecia Hoja
- Energía Solar
- Recorrido Viento

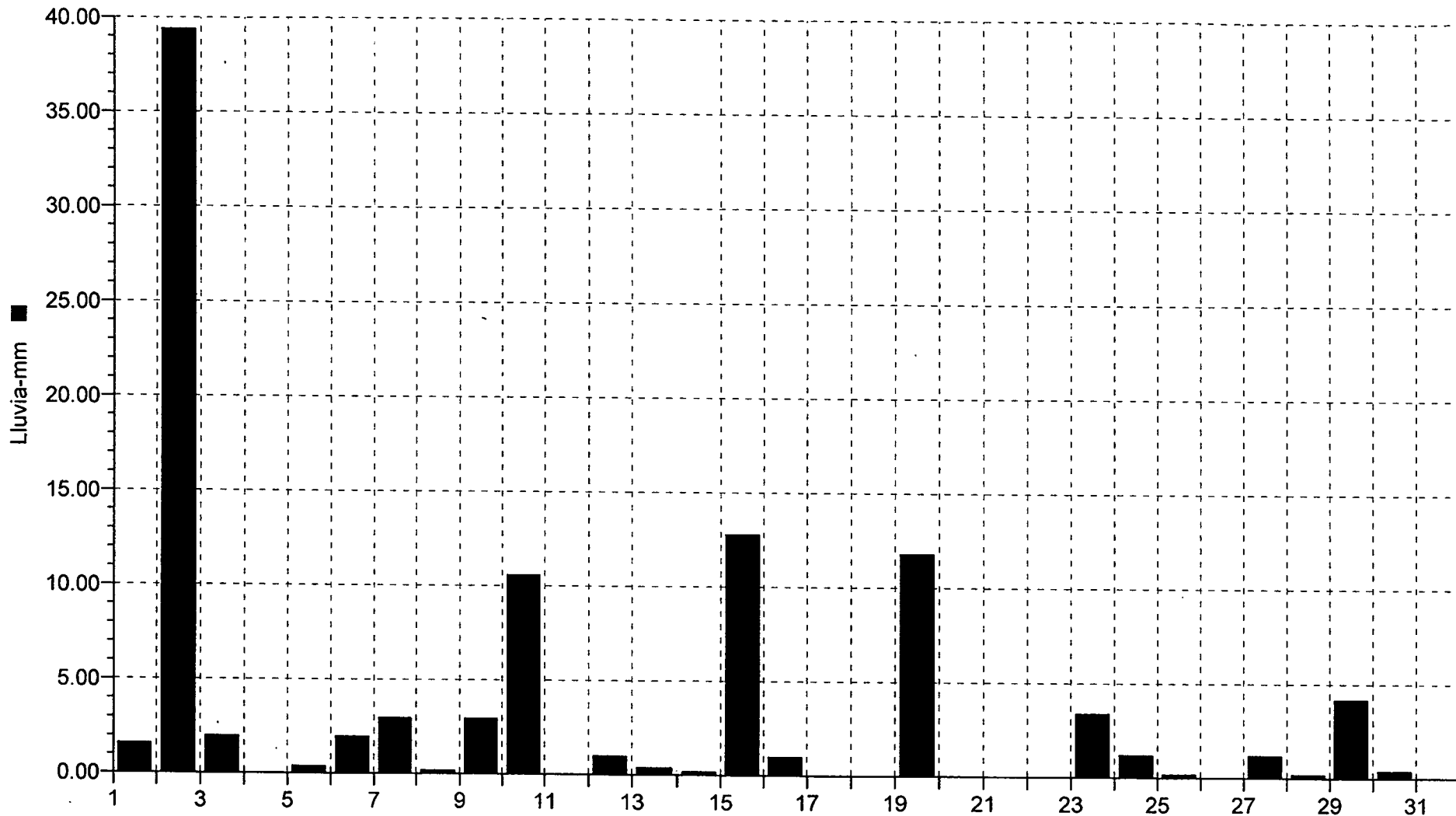


Jue 1 Nov 2001

- Temp. Aire
- Max. Temp. Aire
- Min. Temp. Aire
- EIT
- Temp. Suelo
- Rad. Solar
- Energía Solar
- Grados-Día
- Barómetro
- Veloc. Viento
- Max. Vel. Viento
- Dirección Viento
- Sens. Térmica
- Recorrido Viento
- Lluvia
- Intensidad Lluvia
- Humedad
- Punto Rocío
- Índice Imp. Hum.
- Humecia. Hoja

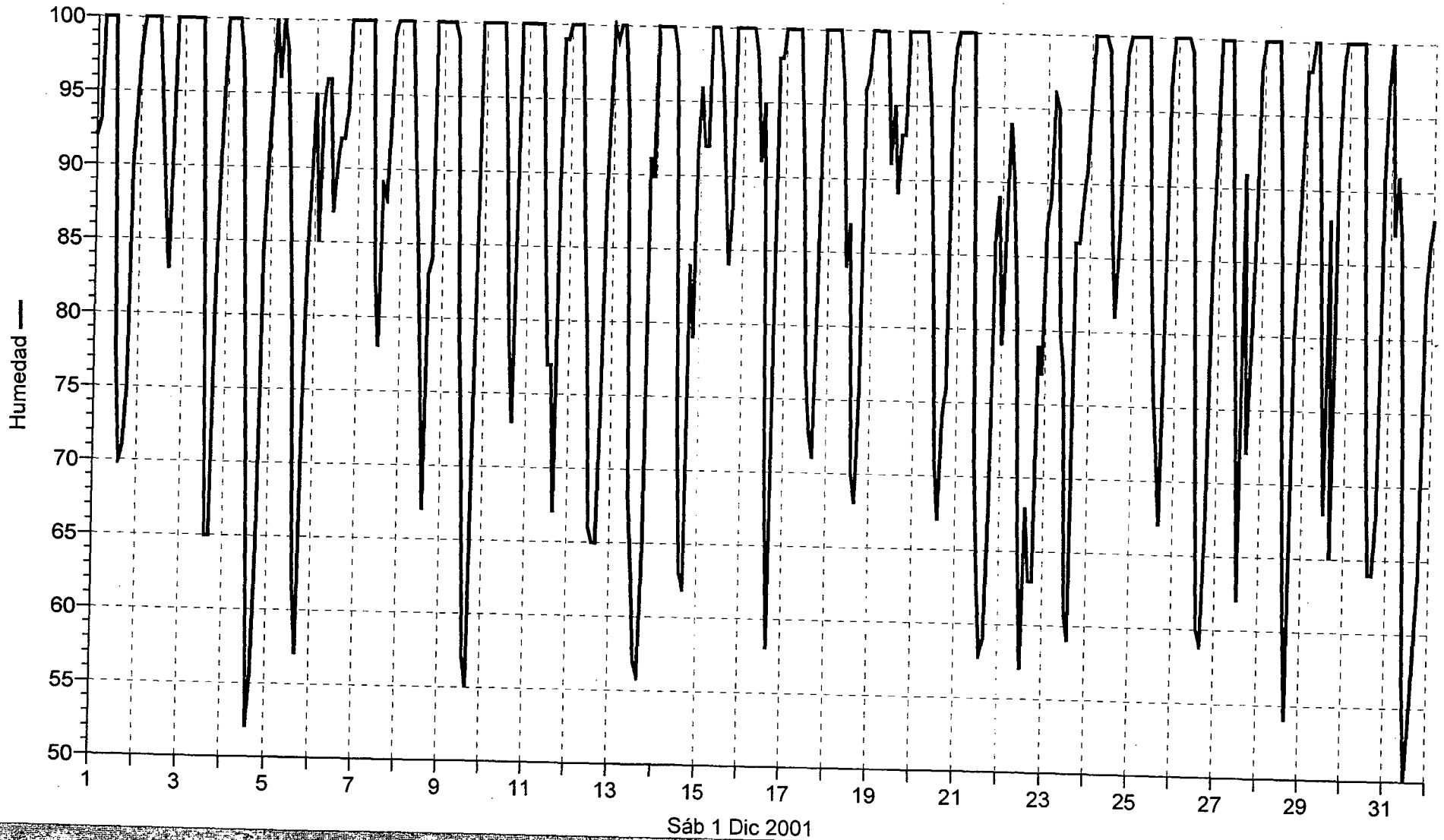


**2.4 Datos Meteorológicos Durante el Periodo Vegetativo del Cultivo de Maíz
Amarillo Duro para el Mes de Diciembre 2001**



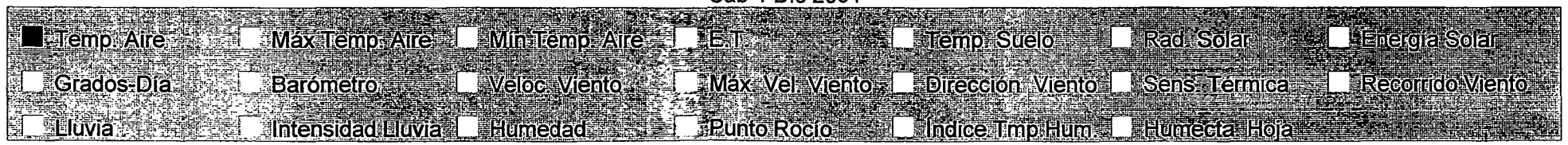
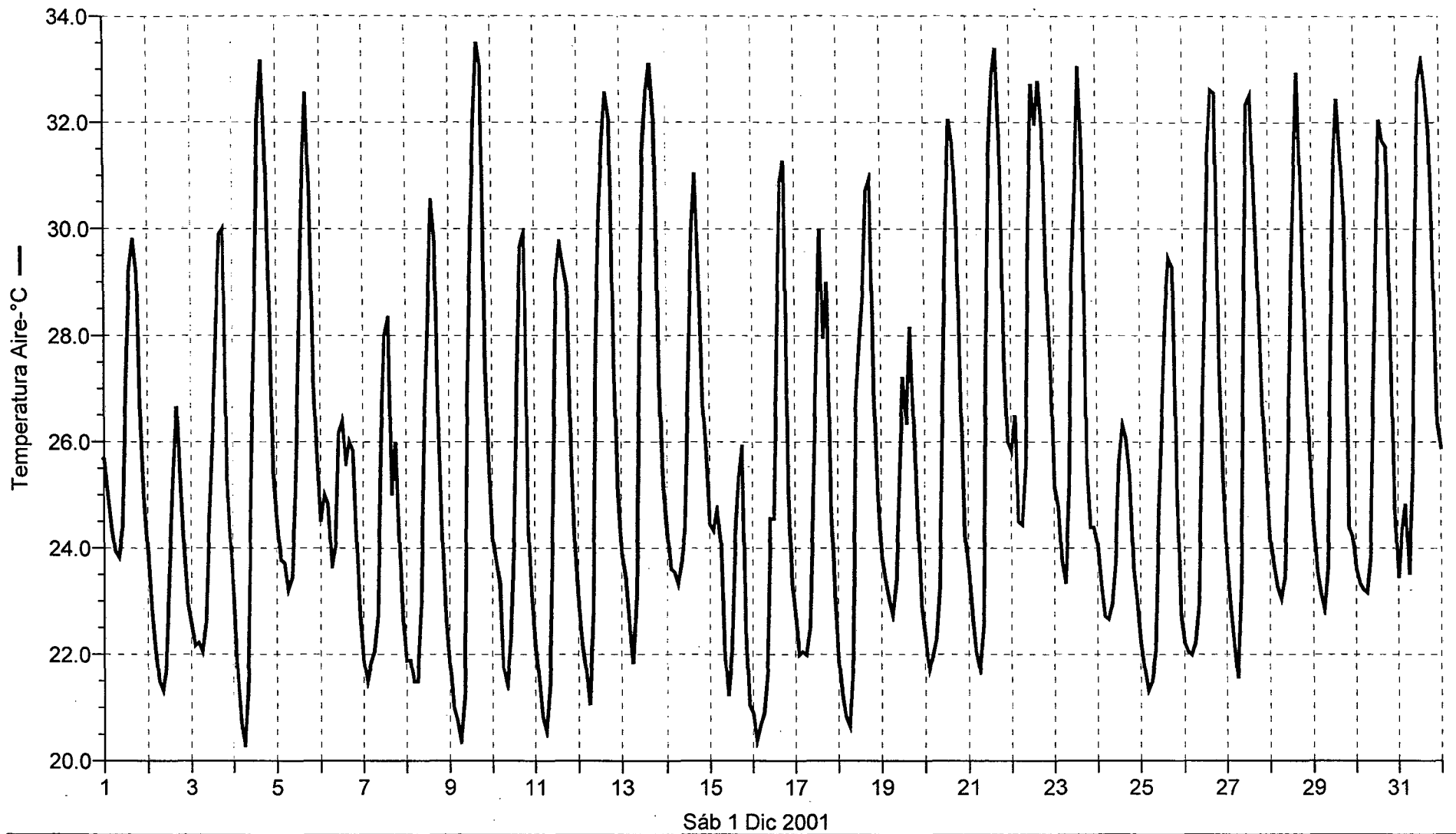
Sáb 1 Dic 2001

Temp. Aire	Max. Temp. Aire	Min. Temp. Aire	E.T.	Temp. Suelo	Rad. Solar	Energía Solar
Grados-Día	Barometro	Veloc. Viento	Max. Vel. Viento	Dirección Viento	Sens. Térmica	Recorrido Viento
Lluvia	Intensidad Lluvia	Humedad	Punto Rocío	Índice Temp/Hum.	Humecta Hoja	

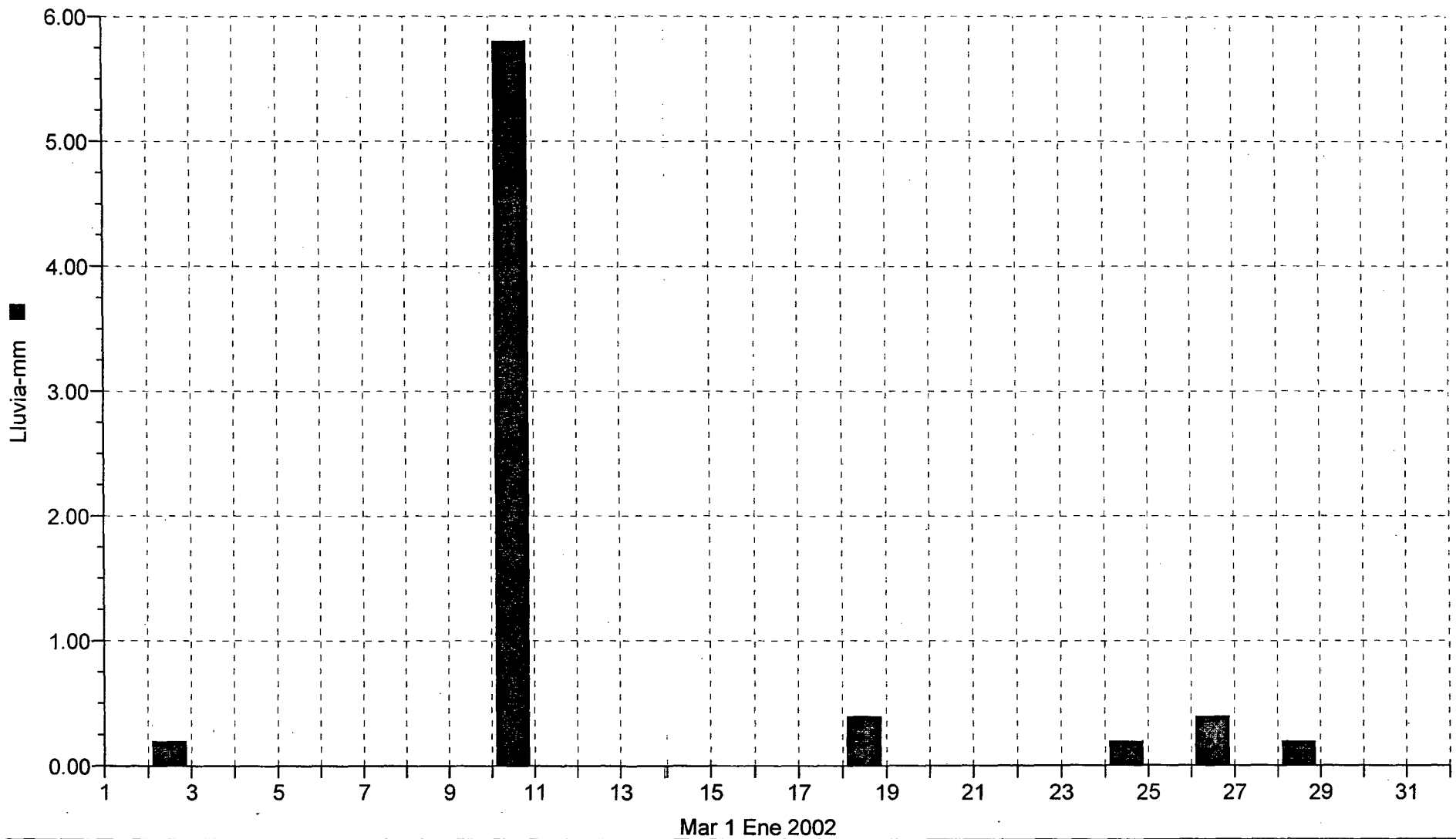


Sáb 1 Dic 2001

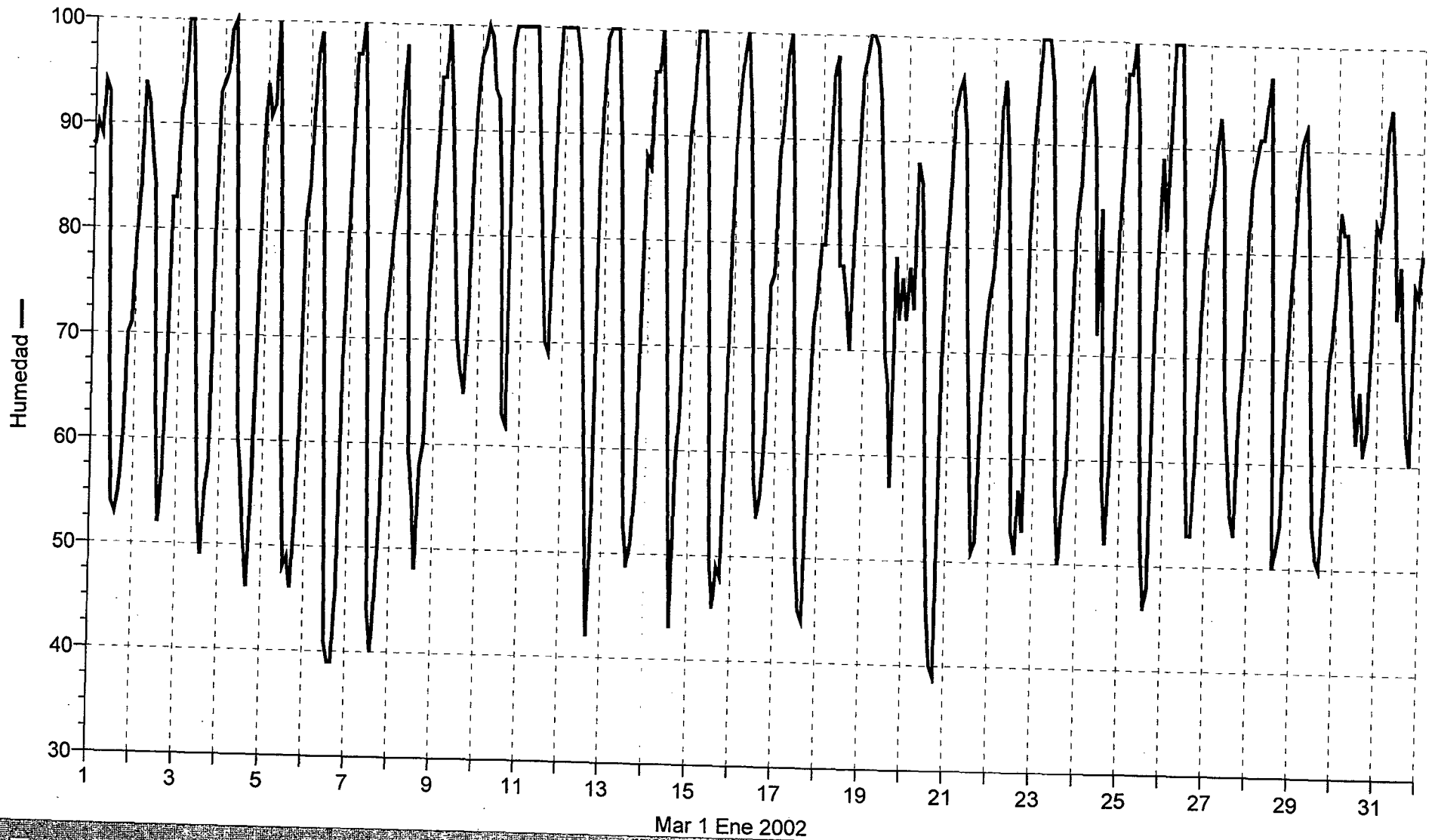
Temp Aire	Máx Temp Aire	Mín Temp Aire	E.T.	Temp Suelo	Rad Solar	Energía Solar
Grados-Día	Barómetro	Veloc. Viento	Máx. Vel. Viento	Dirección Viento	Sens. Térmica	Recorrido Viento
Lluvia	Intensidad Lluvia	Humedad	Punto Rocío	Índice Temp-Hum.	Humectación Hoja	



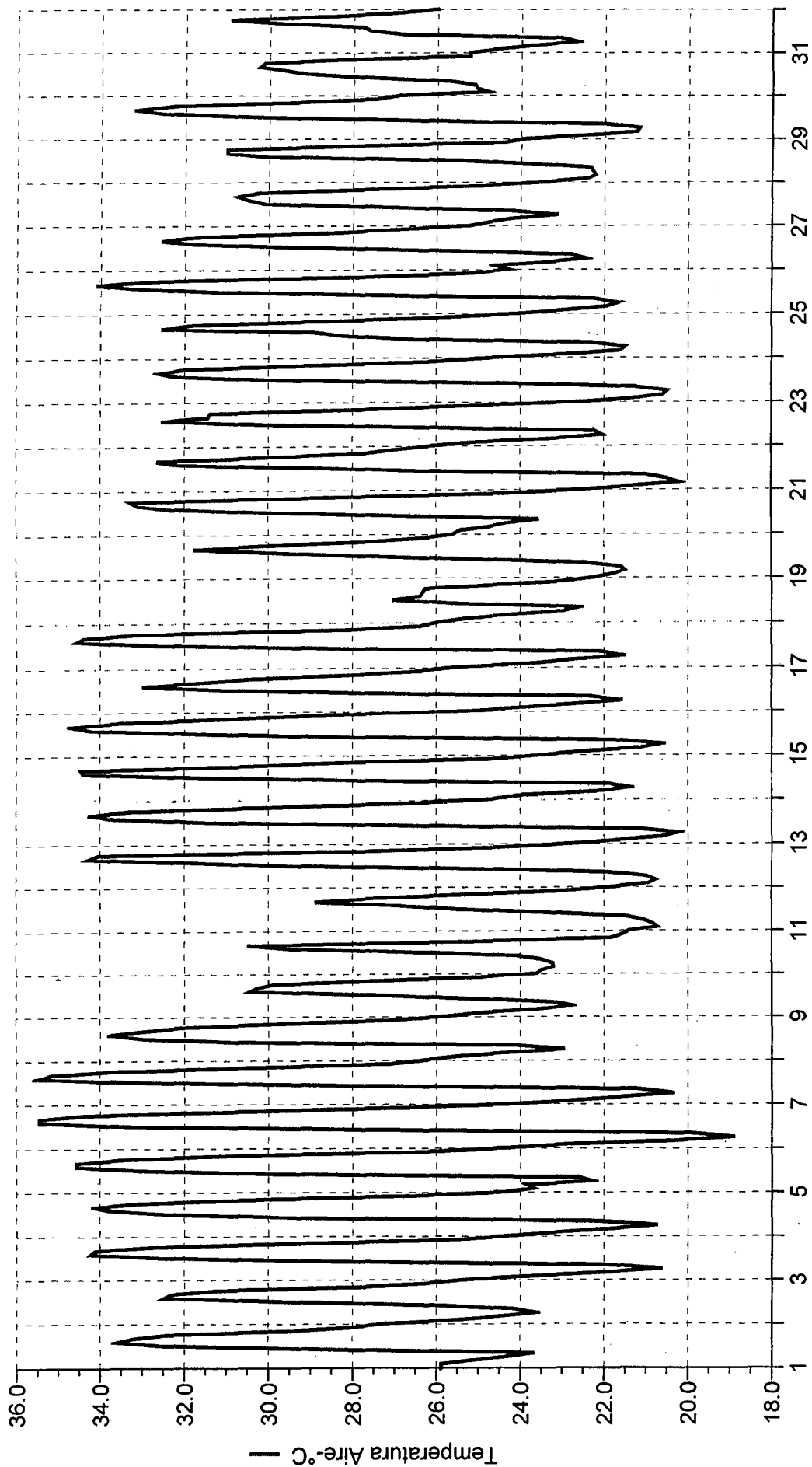
**2.5 Datos Meteorológicos Durante el Periodo Vegetativo del Cultivo de Maíz
Amarillo Duro para el Mes de Enero 2002**



- Mar 1 Ene 2002
- Temp. Aire
 - Max Temp. Aire
 - Min Temp. Aire
 - E.T.
 - Temp. Suelo
 - Rad. Solar
 - Energía Solar
 - Grados-Día
 - Barómetro
 - Veloc. Viento
 - Max. Vel. Viento
 - Dirección Viento
 - Sens. Térmica
 - Recorrido Viento
 - Lluvia
 - Intensidad Lluvia
 - Humedad
 - Punto Rocio
 - Índice Temp. Hum.
 - Humecta. Hoja



- | | | | | | | |
|------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------|------------------|
| Temp Aire | Max Temp Aire | Min Temp Aire | E.T. | Temp Suelo | Rad Solar | Energía Solar |
| Grados-Día | Barometro | Veloc. Viento | Max Vel. Viento | Dirección Viento | Sens. Térmica | Recorrido Viento |
| Lluvia | Intensidad Lluvia | Humedad | Punto Rocío | Índice Temp. Hum. | Humedad Hoja | |



Mar 1 Ene 2002



ANEXO 3: Evaluación de Cosecha de Maíz Amarillo Duro.

3.1 Datos para Evaluación de Cosecha (humedad %)

Observaciones	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	20.50	27.50	25.50	21.00
2	19.00	27.50	24.00	25.00
3	21.00	24.50	24.00	22.50
4	23.00	21.00	26.50	23.00
5	23.50	28.50	24.50	24.00
6	24.00	24.00	25.00	20.50
7	22.50	23.50	24.50	24.50
8	23.00	25.00	24.50	24.50
9	19.50	24.50	24.00	24.00
10	21.00	27.00	25.00	25.00
TOTAL	217.00	253.00	247.50	234.00
PROMEDIOS	21.70	25.30	24.75	23.40

3.1.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Tratamiento	3	77.21875	25.739583	8.93347	2.86 – 4.38	*
Error	36	103.725	2.88125			
TOTAL	39					

* : significativo

3.1.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

(21.70) (25.30) (24.75) (23.40)

T1 T2 T3 T4

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
T ₂ & T ₃	0.55	1.55	No Significativo
T ₂ & T ₄	1.90	1.63	Significativo
T ₂ & T ₁	3.60	1.68	Significativo
T ₃ & T ₄	1.35	1.55	No Significativo
T ₃ & T ₁	3.05	1.63	Significativo
T ₄ & T ₁	1.70	1.55	Significativo

ANEXO 4: EVALUACIÓN DE SECADO

4.1 Datos para Evaluación de Secado

Bloques	a ₀ = 70°C			a ₁ = 60°C			a ₂ = 40 - 45°C			Total
	b ₀	B ₁	b ₂	B ₀	b ₁	b ₂	b ₀	b ₁	b ₂	
I	18.5	14.0	12.0	20.7	17.5	14.7	23.8	22.0	20.8	164
II	18.2	15.1	13.5	20.5	18.1	14.5	23.1	21.4	19.0	163.4
II	18.2	15.4	13.5	20.0	15.8	13.0	22.0	20.9	19.5	158.3
Total	54.9	44.5	39.0	61.2	51.4	42.2	68.9	64.3	59.3	485.7
\bar{x}	18.3	14.8	13.0	20.4	17.1	14.1	23.0	21.4	19.8	
A	a ₀ = 138.4			a ₁ = 154.80			a ₂ = 192.50			485.7
\bar{x}	15.38			17.20			21.39			
B	b ₀ = 185			b ₁ = 160.2			b ₂ = 140.50			485.7
\bar{x}	20.60			17.80			15.60			

4.1.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Bloque	2	2.18	1.09	1.88	3.63 - 6.23	ns
A	2	171.01	85.51	147.43	3.63 - 6.23	**
B	2	110.50	55.25	95.26	3.63 - 6.23	**
AB	4	8.52	2.13	3.67	3.01 - 4.77	ns
Error	16	9.28	0.58			
Total	26					

ns : no significativo
* : significativo

4.1.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

Factor A (tipo de secado)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
a ₂ & a ₁	4.19	0.75	Significativo
a ₂ & a ₀	6.01	0.79	Significativo
a ₁ & a ₀	1.82	0.75	Significativo

Factor B (tiempo de almacenamiento)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
b ₀ & b ₁	2.80	0.75	Significativo
b ₀ & b ₂	5.00	0.79	Significativo
b ₁ & a ₂	2.20	0.75	Significativo

ANEXO 5: EVALUACIÓN DE ALMACENAMIENTO

5.1 Datos para Evaluación de Variación de Humedad Durante el Almacenamiento en bodega

Bloques	a ₀ =70°C				a ₁ =60°C				a ₂ = 40 – 45°C				Total
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	
I	12.1	12.7	12.7	12.2	12.1	12.8	12.8	12.3	13	12.8	13	12.9	151.4
II	12.2	1.5	12.3	12.2	12.6	12.7	12.6	12.7	12.9	12.8	12.8	12.9	151.2
III	12.7	12.6	12.7	12.3	11.6	12	11.9	11.6	12.8	12.8	12.7	12.9	148.6
Total	37	37.8	37.7	36.7	36.3	37.5	37.3	36.6	38.7	38.4	38.5	38.7	451.2
\bar{x}	12.33	12.6	12.57	12.23	12.1	12.5	12.43	12.2	12.9	12.8	12.83	12.9	
A	a ₀ =149.2				a ₁ = 147.7				a ₂ = 154.3				451.2
\bar{x}	12.43				12.31				12.86				
B	11.2			113.7			113.5			112			451.2
\bar{x}	12.44			12.63			12.61			12.44			

5.1.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Bloque	2	0.40667	0.20333	2.29795	3.44 - 5.73	ns
A	2	1.995	0.9975	11.2731	3.44 - 5.73	ns
B	3	0.28667	0.09556	1.07991	3.05 - 4.82	*
AB	6	0.345	0.0575	0.64983	2.55 - 3.76	ns
Error	22	1.94667	0.08848			
Total	35					

ns : no significativo

* : significativo

5.1.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

Factor A (tipo de secado)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
a ₂ & a ₀	0.43	0.26	Significativo
a ₂ & a ₁	0.55	0.28	Significativo
a ₀ & a ₁	0.12	0.26	No Significativo

(12.86) (12.43) (12.31)

a₂ a₀ a₁

Factor B (tiempo de almacenamiento)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
b ₁ & b ₂	0.02	0.26	No Significativo
b ₁ & b ₀	0.19	0.28	No Significativo
b ₁ & b ₃	0.19	0.29	No Significativo
B ₂ & b ₀	0.17	0.26	No Significativo
B ₂ & b ₃	0.17	0.28	No Significativo
B ₀ & b ₃	0.00	0.26	No Significativo

(12.63) (12.61) (12.44) (12.44)
 b₁ b₂ b₀ b₃

5.2 Datos para Evaluación de Variación de Humedad Durante el Almacenamiento Cámara

Bloques	a ₀ = 70°C				a ₁ = 60°C				A ₂ = 40 - 45°C				Total
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	
I	11.1	11.8	10.5	11.3	11.2	11.9	10.3	11	11.5	12	11.9	11.3	135.8
II	10.7	11.7	10.6	11.8	11.2	12	11.3	10.8	11.3	12.1	11.8	11.3	136.6
III	11.8	12	11.1	11.7	11	11.9	11.3	11.4	11.9	12	11.5	12	139.6
Total	33.6	35.5	32.2	34.8	33.4	35.8	32.9	33.2	34.7	36.1	35.2	34.6	412
\bar{x}	11.2	11.83	10.73	11.6	11.13	11.93	10.97	11.07	11.57	12.03	11.73	11.53	
A	136.1				135.3				140.6				412
\bar{x}	11.34				11.28				11.72				
B	101.7				107.4				100.3				412
\bar{x}	11.30				11.93				11.14				

5.2.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Bloque	2	0.67	0.34	3.78	3.44 - 5.72	ns
A	2	1.36	0.68	7.56	3.44 - 5.73	*
B	3	3.17	1.06	11.78	3.05 - 4.82	*
AB	6	0.69	0.12	1.33	2.55 - 3.76	ns
Error	22	1.84	0.09			
Total	35					

ns : no significativo

* : significativo

5.2.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

Factor A (tipo de secado)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
a_2 & a_0	0.38	0.26	Significativo
a_2 & a_1	0.44	0.28	Significativo
a_0 & a_1	0.06	0.26	No Significativo

(11.72) (11.34) (11.28)
 a_2 a_0 a_1

Factor B (tiempo de almacenamiento)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
b_1 & b_3	0.53	0.23	Significativo *
b_1 & b_0	0.63	0.25	Significativo
b_1 & b_2	0.79	0.26	Significativo
b_3 & b_0	0.10	0.23	No Significativo
b_3 & b_2	0.26	0.25	Significativo
b_0 & b_2	0.16	0.23	Significativo

(11.93) (11.40) (11.30) (11.14)
 b_1 b_3 b_0 b_2

5.3 Datos para Evaluación de Grado de Calidad Durante el Almacenamiento en bodega

Bloques	$a_0 = 70^\circ\text{C}$				$a_1 = 60^\circ\text{C}$				$a_2 = 40 - 45^\circ\text{C}$				Total
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	
I	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	44
II	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	37
III	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	37
Total	9	10	10	10	9	9	10	10	9	10	10	12	118
\bar{x}	3	3.33	3.33	3.33	3	3	3.33	3.33	3	3.33	3.33	4	
A	39				38				41				118
\bar{x}	3.25				3.17				3.42				
B	27				29				30				118
\bar{x}	3.00				3.22				3.33				3.56

5.3.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Bloque	2	2.72	1.36	15.11	3.44 - 5.72	*
A	2	0.39	0.20	2.22	3.44 - 5.73	ns
B	3	1.44	0.48	5.33	3.05 - 4.82	*
AB	6	0.72	0.12	1.33	2.55 - 3.76	ns
Error	22	1.95	0.09			
Total	35					

ns : no significativo

* : significativo

5.3.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

Factor A (tipo de secado)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
a_2 & a_0	0.17	0.26	No Significativo
a_2 & a_1	0.25	0.28	No Significativo
a_0 & a_1	0.008	0.26	No Significativo

(3.42) (3.25) (3.17)
 a_2 a_0 a_1

Factor B (tiempo de almacenamiento)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
b_3 & b_2	0.23	0.26	No Significativo
b_3 & b_1	0.34	0.28	Significativo
b_3 & b_0	0.56	0.29	Significativo
b_2 & b_1	0.11	0.26	No Significativo
b_2 & b_0	0.33	0.28	Significativo
b_1 & b_2	0.22	0.26	No Significativo

(3.56) (3.33) (3.22) (3.00)
 b_3 b_2 b_1 b_0

5.4 Datos para Evaluación de Grado de Calidad Durante el Almacenamiento en Cámara

Bloques	a ₀				a ₁				a ₂				Total
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	
I	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	43
II	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	38
III	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	37
Total	9	9	10	10	9	9	10	11	9	10	10	12	118
\bar{x}	3	3	3.33	3.33	3	3	3.33	3.66	3	3.33	3.33	4	
A	38				39				41				118
\bar{x}	3.17				3.25				3.42				
B	27			28			30			33			118
\bar{x}	3.00			3.11			3.33			3.67			

5.4.1 Análisis de Varianza

Fuente Variación	Grado Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	Significancia
Bloque	2	1.72	0.86	8.60	3.44 - 5.72	*
A	2	0.39	0.20	2.00	3.44 - 5.73	ns
B	3	2.33	0.78	7.80	3.05 - 4.82	*
AB	6	0.50	0.08	0.80	2.55 - 3.76	ns
Error	22	2.28	0.10			
Total	35					

ns : no significativo

* : significativo

5.4.2 Prueba de Rangos Múltiples DUNCAN

Factor A (tipo de secado)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
a ₂ & a ₁	0.17	0.26	No Significativo
a ₂ & a ₀	0.25	0.28	No Significativo
a ₁ & a ₀	0.08	0.26	No Significativo

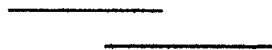
(3.42) (3.25) (3.17)
a₂ a₁ a₀

Factor B (tiempo de almacenamiento)

Comparación	Diferencia Absoluta	DLS	Significancia
b_3 & b_2	0.34	0.26	Significativo
b_3 & b_1	0.56	0.28	Significativo
b_3 & b_0	0.67	0.29	Significativo
b_2 & b_1	0.22	0.26	No Significativo
b_2 & b_0	0.33	0.28	Significativo
b_1 & b_2	0.11	0.26	No Significativo

(3.67) (3.33) (3.11) (3.00)

b_3 b_2 b_1 b_0

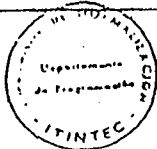


ANEXO 6: Maíz Amarillo Duro – Norma Técnica Nacional ITINTEC 205.008 - 1984

PERU
NORMA TECNICA
NACIONAL.

CEREALES Y HENESTRAS
Maíz amarillo duro

ITINTEC
205.008
Octubre, 1984



INTRODUCCION

En el presente documento se cambia el término peso, 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 derivada "fuerza" cuya unidad es el Newton. La mayoría de países afiliados a la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), han adoptado este sistema.

1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 205.001 Cereales y Henestras. Extracción de muestras.
- ITINTEC 205.002 Cereales y Henestras. Determinación del contenido de humedad. Método usual.
- ITINTEC 205.029 Cereales y Henestras. Análisis físicos.
- ITINTEC 209.038 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 Indurata.
- 3.2 Grano dañado.- Grano o pedazo de grano que aparece evidentemente alterado en su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia del secamiento inadecuado, exceso de humedad, inmadurez, 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 color, como consecuencia de autocalentamiento o secamiento inadecuado.
 - 3.2.2 Grano infestado.- Aquel que presenta insectos vivos, muertos u otras plagas dañinas al grado en cualquiera de los estados biológicos (huevo, larva, pupa o adulto).

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS LIMA - PERU

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 50% de su tamaño.

3.4 Grado muestra.- Conjunto de granos que no cumplen 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.- Granos 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 definen la calidad del conjunto y que se especifican en la Tabla 1.

4. CLASIFICACION Y DESIGNACION

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 la Tabla 1.

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 grado.

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 3 maíz, con olores objetables, con residuos de materiales tóxicos o que esté infectado o infestado.

5.4 El maíz que no cumpla los requisitos especificados en esta Norma o que por cualquier otra causa sea de calidad evidentemente inferior se considerará no clasificado y se comercializará por convenio entre las partes.

6. INSPECCION Y RECEPCION

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. METODOS 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 del productor 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 plagas 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.

9. ANTECEDENTES

- 9.1 INGLETT, G.E. 1970. Corn, Culture, Processing, Products, Westport, Connecticut. - The Avi Publishing Company, INC. U.S.A.
- 9.2 MATZ, Samuel A. 1969. Cereal Science. Westport, Connecticut. The Avi Publishing Company, INC. U.S.A.
- 9.3 MINISTERIO DE ALIMENTACION. 1976. Dirección General de Comercialización. Dirección de Programación y Estudios. Cereales y Menestras. Informe N° 8. Lima-Perú.


REQUISITOS QUE DEBERA CUMPLIR EL

TABLA 1. MAIZ AMARILLO DURO

Grados	Porcentajes máximos en masa				
	Materias extrañas	Granos partidos	Granos dañados	Otros granos	Variedades contrastantes
	T O T A L				
1	1,5	2,0	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 7: Análisis Físicos – Norma Técnica Nacional ITINTEC 205.029 - 1982

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS-ITINTEC - LIMA-PERU

PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL	CEREALES Y MENESTRAS Análisis físicos	ITINTEC 205.029 Febrero, 1982
 <p style="text-align: center;">1. NORMAS A CONSULTAR</p> <p>ITINTEC 205.001 CEREALES. Extracción de muestras.</p> <p>ITINTEC 205.010 MENESTRAS. Extracción de muestras.</p> <p>ITINTEC 205.007 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la masa de 1 000 granos.</p> <p>ITINTEC 205.013 CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la masa hectolítica.</p> <p>ITINTEC 205.026 CEREALES Y MENESTRAS. Planchas perforadas para tamices de granos.</p> <p>ITINTEC 350.001 Tamices de ensayo.</p> <p style="text-align: center;">2. OBJETO</p> <p>2.1 La presente Norma establece los métodos a seguir para la determinación de los análisis físicos en los cereales y menestras.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 <u>Grado</u>.- Valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando los requisitos que definen la calidad del conjunto que se especifican en la Tabla de requisitos de la Norma respectiva.</p> <p>3.2 <u>Grano dañado</u>.- Grano o pedazo de grano que aparece evidentemente alterado en su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia del secamiento inadecuado, exceso de humedad, humedad, ataques de insectos, hongos, geminación o cualquier otra causa.</p> <p>3.2.1 <u>Grano dañado por calor</u>.- Grano o pedazo de grano que ha cambiado notoriamente de color, como consecuencia de autocalentamiento o secamiento inadecuado.</p> <p>3.2.2 <u>Grano infestado</u>.- Aquel que presenta insectos vivos, muertos u otras plagas dañinas al grano en cualquiera de los estados biológicos (huevo, larva, pupa o adulto).</p> <p>3.2.3 <u>Grano infectado</u>.- Aquel grano o pedazo de grano que muestra parcial o totalmente la presencia de hongos (mohos o levaduras).</p> <p>3.3 <u>Grano partido</u>.- Cada fragmento o pedazo de grano sano que pasa a través de un determinado tamiz.</p> <p>3.4 <u>Materia extraña</u>.- Comprende todo material diferente al grano del cereal o menestra, como arena, piedras, pedazos de tallo, hojas, pajas y malezas en general.</p>		
R.D. Nº 033-82 ITINTEC DG/DN 02-02-09		6 Páginas

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 superficie, 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 desgaste 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 precisión de las balanzas cada cierto tiempo. Es indispensable un buen cuidado de las balanzas; los platillos deben bajarse siempre con suavidad a la posición de pesada, saltándolos con movimientos suaves.

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

4.4 Lupas de mano.- Se debe contar con un juego de lupas que cumpla 5, 6 y 7 diámetros. El analizador debe acostumbrarse a tener abiertos ambos ojos cuando se usa la lupa y a emplear cualquiera 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 o sino con luz de neón con el objeto de que se efectúen los ensayos en la mejor forma posible.

5. METODOS DE ENSAYO

5.1 Los análisis físicos que se deben realizar son:

5.1.1 Determinación de insectos vivos.

5.1.2 Determinación de los granos partidos pequeños y chupados.

5.1.3 Determinación de las materias extrañas.

5.1.4 Determinación de los granos dañados.

5.1.5 Determinación de las variedades contrastantes.

5.1.6 Determinación del grado

6. INSPECCION Y RECEPCION

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. PREPARACION 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 500 g, y sobre la que inmediatamente se efectúan los ensayos.

8. PROCEDIMIENTO

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

8.1 Determinación de los insectos vivos

Se toma un mínimo de 250 g 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 1,98 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 pequeños y chupados y de las materias extrañas.

Se toma un mínimo de 250 g 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 la 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 determina el 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 la 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 a analizar.

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

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, pequeños y chupados y las materias extrañas, y con ayuda de las lupas se procede a clasificar en forma manual los granos dañados por calor y germinados, infestados e infectados. Luego se determinan los porcentajes de cada una con 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 Determinación de los granos infectados

Se puede realizar también con una lámpara de luz ultravioleta.

8.3.2 Determinación 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 infestados 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 con respecto a la masa inicial de la muestra empleada para los análisis.

8.5 Determinación del grado

Se determina tomando en cuenta el valor del componente cuyo porcentaje corresponde 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 Determinación de la masa hectolítrica. Se efectúa de acuerdo a lo especificado en la Norma ITINTEC 205.013.

8.6.2 Determinación de la masa de 1 000 granos. Se efectúa de acuerdo a lo especificado en la Norma ITINTEC 205.007.

9. INFORME DEL ENSAYO

En el informe se debe indicar:

- 9.1 El número de la muestra y cualquier otra indicación que la caracterice.
- 9.2 La masa hectolítrica en kg/hl.
- 9.3 El contenido de insectos vivos por kilogramos de muestra.
- 9.4 El contenido de los granos partidos, pequeños y chupados en porcentaje.
- 9.5 El contenido de materias extrañas en porcentaje.
- 9.6 El contenido de granos dañados en porcentaje.
- 9.7 El contenido de variedades contrastantes en porcentaje.
- 9.8 El grado determinado.
- 9.9 Las condiciones operativas distintas de las previstas en esta Norma Técnica Nacional.
- 9.10 Cualquier otro dato analítico contemplado en las Normas correspondientes de cada grano.

ANEXO 8: Extracción de Muestras - Norma Técnica Nacional ITINTEC 205.001 - 1984

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS - ITINTEC - LIMA - PERU

PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL	CEREALES Extracción de muestras	ITINTEC 205.001 Noviembre, 1981
-----------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------

1. OBJETO

1.1 La presente Norma establece la forma de efectuar el muestreo, en los granos de cereales.

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.

2. DEFINICIONES

2.1 Ramoga. - Es una cantidad de granos de un mismo cereal, remitida en una sola vez.

2.2 Lote. - Es una cantidad determinada de granos, de características similares, que forman parte de la ramoga y que permiten estimar la calidad de la misma.

2.3 Muestra primaria. - Es la cantidad de granos extraída de cada unidad muestreada de un lote.

2.4 Muestra global. - Es la cantidad de granos que se obtienen reuniendo y mezclando las muestras primarias extraídas de un lote.

2.5 Muestra para laboratorio. - Es la cantidad de granos representativa de un lote, obtenida por reducción técnica de la muestra global y destinada al examen en laboratorio.

3. CONDICIONES GENERALES

3.1 Las muestras deberán ser extraídas conjuntamente por los muestreadores designados por el comprador y el vendedor.

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.

3.3 Los sacos rasgados, dañados durante el transporte, mojados por el agua o que contengan productos dañados por cualquier causa, deberán constituir un lote separado.

3.4 Lugar y momento del muestreo. - El lugar y momento del muestreo deberán ser determinados por acuerdo entre las partes. Se recomienda efectuar el muestreo durante la carga o descarga del medio de transporte utilizado.

4, APARATOS

4.1 Para la extracción de muestras de productos a granel

4.1.1 Cucharín (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 aguzados (Fig. 1).

4.3 Para el mezclado y reducción de las muestras

4.3.1 Mezclador mecánico

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

4.4 Todo el instrumental de muestreo, así como los recipientes utilizados, deberán limpiarse cuidadosamente y protegerse para evitar toda contaminación. Asimismo, el instrumental deberá ser de material inoxidable y no presentar olores extraños.

5. EXTRACCION DE MUESTRAS

5.1 Productos a granel.

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

TABLA 1

Peso del lote en t	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 Peso de la muestra primaria. - Máximo 1 kg.

5.1.1.2 Peso de la muestra global. - Máximo 100 kg.

5.1.1.3 Peso de la muestra de laboratorio. - Mínimo 3 muestras de 1 kg cada una.

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

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

5.1.2.3 Cuando el muestreo se realiza en los 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 muestras de tal modo que no se mezclen las bolsas pertenecientes a cada nivel para verificar la homogeneidad del producto a diferentes profundidades.

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

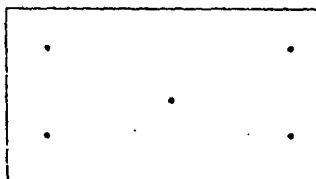
5.1.2.5 Cuando el muestreo se realiza en silos o depósitos, el procedimiento a seguir dependerá necesariamente de las condiciones propias de éstos, aplicando los procedimientos apropiados dentro de los ya prescritos.

5.1.3 Transporte terrestre

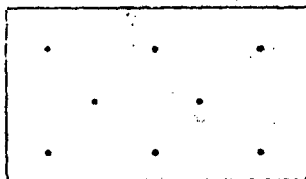
5.1.3.1 Cuando el producto es transportado por vagones o camiones, deberá muestrearse cada uno de los vehículos utilizados.

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

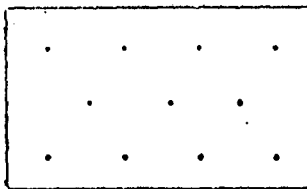
5.1.3.3 En el caso de muestreo en vehículos que contengan hasta 15 toneladas, se elige un mínimo de 5 puntos de extracción en el centro y aproximadamente a 50 cm de las paredes, de acuerdo al siguiente esquema.



5.1.3.4 En caso de muestreo en vehículos que contengan de 15 a 30 toneladas, se elige un mínimo de 8 puntos de extracción, de acuerdo al siguiente esquema:



5.1.3.5 En el caso de muestreo de vehículos que contengan de 30 a 50 toneladas, se elige un mínimo de 11 puntos de 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 calador 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.

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

TABLA 2

Números de sacos del lote			Número de sacos a muestrear
N			n
1	a	10	Todos los sacos
11	a	100	10 sacos
Más	de	100	\sqrt{N}^*

* Ver Tabla 3

6. ENVASE Y ROTULADO

6.1 Envase

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

6.1.1.2 Las muestras para la determinación del contenido de humedad o para otros ensayos (p. ej.: para determinar la existencia de un tratamiento químico o de olores objetables), para los cuales es necesario evitar una pérdida de materias volátiles, deberán ser envasadas 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 Rotulado

6.2.1 Si se utilizan etiquetas de papel, deberá reforzarse el borde del agujero de la etiqueta.

6.2.2 Las etiquetas deberán llevar como 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 del 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 indoleble, 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 deseado 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 esté presente en el momento del muestreo, o de la persona que ha 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 conservada en un lugar aceptado por las dos partes.
- 7.1.5 Las muestras para laboratorio deberán ser remitidas tan pronto como sea posible y salvo caso excepcional, nunca más tarde de 48 horas después del muestreo.
- 7.1.6 El período 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 el depósito, en el silo o durante 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 la Tabla 3.
- A3. Si luego de la división del lote N en un número determinado de grupos de n sacos, quedará un resto, se tomará igualmente un saco de este resto y se muestrearán.
- A4. El muestreador 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 tomamos el siguiente caso. Se considerará 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 numerarán 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 muestreará tomando un saco al azar de él. En total se habrán muestreado entonces 14 sacos (o sea $n = 1$) de un lote de 200 sacos.

TABLA 3

N	n	N	n	N	n
101	11	601	41	901	71
122	12	602	42	042	72
145	13	765	43	185	73
170	14	850	44	330	74
197	15	937	45	477	75
226	16	026	46	626	76
257	17	117	47	777	77
290	18	210	48	980	78
325	19	305	49	085	79
362	20	402	50	242	80
401	21	501	51	401	81
442	22	602	52	562	82
485	23	705	53	725	83
530	24	810	54	890	84
577	25	917	55	057	85
626	26	026	56	226	86
677	27	137	57	397	87
730	28	250	58	570	88
785	29	365	59	745	89
842	30	482	60	922	90
901	31	601	61	101	91
962	32	722	62	282	92
1025	33	845	63	465	93
1090	34	970	64	650	94
1157	35	097	65	837	95
1226	36	226	66	026	96
1297	37	357	67	217	97
1370	38	490	68	410	98
1445	39	625	69	605	99
1522	40	762	70	802	100

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

ANEXO 9: Informe de Análisis de Maíz Amarillo Duro



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS

N° 000048 - 2002

SOLICITANTE : SAN FERNANDO S.A.
DIRECCIÓN LEGAL : Av. República de Panamá N° 4295 - SURQUILLO.
RUC : 20100154308 **Teléfono** : 241-7555 **Fax** :446-2088
PRODUCTO : MAIZ AMARILLO.
NÚMERO DE MUESTRAS : Cinco
IDENTIFICACIÓN/MITRA : Tratamiento 1:Fecha Cosecha 02/01/02. %Humedad(x):29.12 ;Tratamiento 2: Fecha Cosecha 02/01/02. %Humedad(x):31.32; Tratamiento 3:Fecha Cosecha 02/01/02.%Humedad(x):29.63; Tratamiento 4:Fecha Cosecha 03/01/02.%Humedad:28 ;Tratamiento 5:Fecha Cosecha 03/01/02.%Humedad(x):28.
VARIEDAD: MASTER.
CANTIDAD RECIBIDA : 700g; 690g; 720g; 700g; 620g de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S/M
FORMA DE PRESENTACIÓN : A granel en 01 bolsa de polietileno blanca transparente anudada con identificación por cada muestra.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°000022 -2002
REFERENCIA : PERSONAL.
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/01/2002
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : 3 Meses a partir de la fecha de recepción.

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS :

ENSAYOS	TRATAM. 1	TRATAM. 2	TRATAM. 3	TRATAM. 4	TRATAM. 5
1.- Almidón (Cuantitativo) (g. 100 g. de muestra original)	63,0	59,7	63,6	58,4	63,6

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- NTP 208.005 1990

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a la La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- La Solicitud de Durmencia ante la CRT del INDI-COPI debe realizarse 10 días útiles antes de la fecha de vencimiento del Periodo de Custodia.

La Molina, 11 de Enero de 2002



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS

Ing. JUAN CARLOS PALMA
Director Técnico



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Universidad 595 - La Molina - Lima - Perú

Teléfono (511) 349-5640 - 349-2507 349-2191 349-1066 - 349-3917 - 349-1397

Fax (511) 349-5794 Anexo 102

E-mail calitol@lamolina.edu.pe

FE DE ERRATAS

Pág. N°	Línea N°	Dice	Debe decir
3	3	a	la
4	25	Entre	entre
11	5	cornu	como
14	26	o	a
19	7	Bellavista	Picota
24	4	Bellavista	Picota
27	1	absorción	adsorción
27	8	absorción	adsorción
41	10	Greigs	Greig
46	1	de arroz)	(polvillo de arroz)

