

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“Selección por intensidad de color en corontas del maíz morado  
(*Zea mays* L.) Variedad INIA 601 en el distrito de Monsefú –  
Lambayeque - 2019”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR**

**Castillo Altamirano, Reyner**

**ASESOR**

**Ing. MSC. Chávez Santa Cruz, Gilberto**

**Lambayeque – Perú**

**2019**

**“Selección por intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays*  
L.) Variedad INIA 601 en el distrito de Monsefú – Lambayeque - 2019”**  
**POR**

**Castillo Altamirano, Reyner**

Presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro  
Ruiz Gallo, para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADO POR**

-----  
**Dr. Ricardo Chavarry Flores**  
**Presidente**

-----  
**Ing. M. Sc. José Neciosup Gallardo**  
**Secretario**

-----  
**Ing. Lorenzo Ecurra Puicón**  
**Vocal**

-----  
**Ing. MSC. Gilberto Chávez Santa Cruz**  
**Asesor**

**LAMBAYEQUE, 2019**



## INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema. ....	3
1.1.1. Realidad problemática. ....	3
1.1.2. Planteamiento del problema: .....	3
1.2. Hipótesis de la investigación: .....	3
1.3. Variables en estudio. ....	3
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. Científico. ....	4
1.4.2. Social. ....	4
1.4.3. Económico.....	4
1.5. Importancia. ....	5
1.6. Objetivos. ....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos Específicos:.....	6
1.7. Antecedentes. ....	6
Antecedentes Internacionales .....	6
Antecedentes nacionales. ....	10
Antecedentes Locales.....	12
2.1. Generalidades. ....	13
2.1.1. Origen del maíz morado.....	13
2.1.2 Color del maíz morado .....	13
2.1.3 Variedades de maíz morado.....	14
2.1.4 Clasificación taxonómica .....	15
2.1.5 Composición química del maíz morado .....	15
2.1.6 Usos y beneficios del maíz morado.....	16
2.2 Colorantes.....	18
2.2.1 Clasificación de los colorantes .....	18
2.2.2 Colorante del maíz morado.....	19
2.2.3 Degradación del color .....	20
2.3 Antocianinas.....	21
2.3.1 Estructura de las antocianinas .....	22

2.3.2 Antocianinas del maíz morado.....	23
2.3.3 Actividad biológica de las antocianinas.....	24
2.3.4 Investigaciones científicas de antocianinas aplicadas en ratas de laboratorio.....	24
2.3.5 Factores que afectan la estructura de las antocianinas.....	25
2.9. Exportación del maíz morado: .....	31
MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1. Área experimental.....	33
3.1. Ubicación geográfica de la parcela experimental .....	33
3.1.1. Fisiografía y topografía:.....	34
3.2. Análisis de suelos.....	35
3.3. Condiciones climáticas .....	40
3.3.1. Temperatura.....	40
3.3.2. Humedad Relativa. ....	40
3.3.3. Velocidad del viento.....	41
3.4. Descripción del Material Experimental.....	42
3.5. Caracterización climática y ecológica de Costa Norte. ....	42
3.5.1. Caracterización climática y ecológica regional de Lambayeque .....	42
3.5.2. Caracterización de la Agricultura en Lambayeque .....	46
3.6. EJECUCION DEL EXPERIMENTO .....	47
3.6.1. LABORES AGRONOMICAS.....	47
3.7. METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN .....	50
3.7.1. Características del campo experimental .....	51
3.7.2. Características evaluadas .....	54
3.8. Análisis de la Absorbancia.....	55
3.8.1. Materiales de campo y equipo de laboratorio.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA .....	57
4.2 ANÁLISIS DE LA VARIANZA .....	73
4.2.1. Intensidad de Antocianina .....	73
4.2.2. Contenido de Antocianina en mg/100g .....	77
4.2.3. Absorbancia.....	80
4.2.4. Número de Hileras por mazorca .....	84

4.2.5. Número de Granos por hilera .....	88
4.2.6. Peso de Mazorca .....	91
4.2.7 Longitud de Mazorca.....	95
4.3. GANANCIA POR SELECCION .....	99
CONCLUSIONES .....	100
RECOMENDACIONES .....	101
BILIOGRAFIA .....	102
LINKOGRAFIA.....	108
ANEXOS .....	109

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica del maíz morado .....	15
Tabla 2: Composición química del grano y la coronta del maíz morado (variedad.....	16
Tabla 3:. Composición química de la coronta del maíz morado .....	16
Tabla 4: Porcentaje de antocianinas en el grano y la coronta del maíz morado.....	17
Tabla 5: Principales radicales de las antocianinas.....	23
Tabla 6: Rendimiento nacional maíz morado 2011 - 2012 .....	31
Tabla 7: Métodos para el análisis de suelos .....	36
Tabla 8: Límites Críticos Para Evaluar El Balance Nutricional De Los Suelos Agrícolas ..	36
Tabla 9: Análisis Textural y Químico del Suelo Experimental Laboratorio de Suelos de La UNPRG. Lambayeque, Perú. 2016. Tomado de Peot .....	37
Tabla 10: Datos climatológicos observados durante la conducción experimental.....	41
Tabla 11: Temperaturas y precipitación según Estaciones meteorológicas, región Lambayeque.....	43
Tabla 12: Zonas de vida de la Región Lambayeque.....	45
Tabla 13: Superficie por zona de vida .....	46
Tabla 14: Total fertilizante requerido.....	49
tabla 15: Precisión del coeficiente de variación .....	55
tabla 16: Grados de variabilidad del coeficiente de variación.....	56
Tabla 17: Estadísticas descriptivas para las evaluaciones .....	68

Tabla 18:Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados .....	69
Tabla 19: Análisis de la Varianza para Intensidad de antocianina .....	74
Tabla 20: Intensidad de antocianina, según Número de mazorca .....	74
Tabla 21: Intensidad de antocianina, según Unidad Básica .....	75
Tabla 22:Análisis de varianza para contenido de antocianinas .....	78
Tabla 23: Contenido de antocianina, según Tipo de mazorca elegida .....	78
Tabla 24: Contenido de antocianina, según Unidad Básica .....	79
Tabla 25:Análisis de la Varianza para Absorbancia.....	81
Tabla 26:Absorbancia, según Tipo de mazorca elegida .....	82
Tabla 27:Absorbancia, según Unidad Básica .....	82
Tabla 28:Análisis de la Varianza para Número de Hileras por mazorca.....	85
Tabla 29:Número de hileras por mazorca, según Tipo de mazorca elegida.....	85
Tabla 30: Número de hileras por mazorca, según Unidad Básica.....	86
Tabla 31:Análisis de la Varianza para Número de Granos por hilera .....	89
Tabla 32: Número de granos por hileras según Tipo de mazorca elegida.....	89
Tabla 33:Número de granos por hileras según Unidad Básica.....	90
Tabla 34:Análisis de la Varianza para Peso de Mazorca.....	92
Tabla 35:Peso de mazorca, según Tipo de mazorca elegida .....	92
Tabla 36:Peso de mazorca, según Unidad Básica .....	93



Tabla 37:Análisis de la Varianza para Longitud de Mazorca .....	96
Tabla 38:Longitud de mazorca, según Tipo de mazorca elegida .....	96
Tabla 39:Longitud de mazorca, según Unidad Básica .....	97

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1:Absorbancia de la población A .....	67
Grafico 2:Intensidad de antocianina, según Número de mazorca .....	75
Grafico 3: Intensidad de antocianina, según Unidad Básica .....	76
Grafico 4: Contenido de antocianina, según Tipo de mazorca elegida .....	78
Grafico 5:Contenido de antocianina, según Unidad Básica .....	80
Grafico 6: Absorbancia, según Tipo de mazorca elegida .....	82
Grafico 7: Figura . Absorbancia, según Unidad Básica .....	84
Grafico 8:Número de hileras por mazorca, según Tipo de mazorca elegida.....	86
Grafico 9: Figura . Número de hileras por mazorca, según Unidad Básica .....	87
Grafico 10:Figura . Número de granos por hileras según Tipo de mazorca elegida .....	89
Grafico 11:Figura . Número de granos por hileras según Unidad Básica .....	91
Grafico 12:Peso de mazorca, según Tipo de mazorca elegida .....	93
Grafico 13:Peso de mazorca, según Unidad Básica .....	94
Grafico 14:Longitud de mazorca, según Tipo de mazorca elegida .....	96
Grafico 15:Longitud de mazorca, según Unidad Básica .....	98

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó en el Fundo “El Choloque”, propiedad de la María Bustamante Pita el distrito de Monsefú, durante los meses de julio a noviembre del 2019, en suelos de paisaje Llanura aluvial, con suelos de textura Franco arenoso arcilloso y tuvo como objetivos: Seleccionar una población ( $\bar{X}_s$ ) con alta intensidad de color en corontas de maíz morado variedad INIA 601 ( $\bar{X}_s$ ) bajo condiciones de Monsefú - Chiclayo. Y Formar una población seleccionado ( $\bar{X}_s$ ) para alta intensidad de color en coronta de maíz morado variedad INIA 601.

## INTRODUCCIÓN

El Maíz morado (*Zea mays L. amiláceo*) es una variedad única del género *Zea* y se cultiva en el Perú, su nombre deriva del pericarpio, las glumas y la tusa que presenta color morado oscuro casi negro por la acumulación de pigmentos antociánicos, esta coloración es el resultado de la acción compleja de muchos genes localizados en distintos cromosomas los cuales en combinación producen el color morado (cianidina-3- b-glucosa), un colorante natural altamente valorado en el campo de la medicina y en la industria de alimentos por constituir el elixir de la vida de fácil penetración en las células. (Quispe, 2017) Reportado por (Salinas, 2015) e (INIA, 2009), Las diversas variedades de maíz morado proviene de la raza ancestral "kculli" o "Kulli" (en quechua significa negro), único de los valles de los andes peruanos que normalmente se cultiva hasta 3,000 m.s.n.m. En los últimos años la exportación de maíz morado se ha incrementado por la demanda de exportadores que destinan el producto a la agroindustria por su contenido del pigmento antocianina (cianidina-3-b-glucosa), importante antioxidante que se encuentra en mayor contenido en la coronta o tusa. Siendo Estados Unidos y Japón los principales compradores. A nivel nacional, reporta una producción anual de 14,000 TM de maíz morado, esta producción ha tenido mayor crecimiento entre el año de 2003 y 2010, siendo Lima el ofertante que representa 30% de la producción nacional. Actualmente el precio en el mercado posee una tendencia creciente.

En la región Lambayeque hay un interés creciente por la siembra de este cultivo, debido a que este cultivo es de fácil manejo, de periodo vegetativo corto (3.5-4.0 meses) y es adaptable al clima de la Región Lambayeque (SEVILLA, 2019).

El maíz morado representa una alternativa al cultivo de arroz que su cultivo causa salinización de los suelos y sus rendimientos son menores en cada campaña.

Debido a la presencia de antocianinas en diferentes órganos de la planta, existe la necesidad de cuantificar sus contenidos para darle un valor agregado integral

El productor necesita semillas que garantice la productividad del maíz morado, y su cultivo sea mas rentable.

## **1.1. Planteamiento del problema.**

### **1.1.1. Realidad problemática.**

El alto costo de producción para el maíz morado, por otro lado, los bajos rendimientos y su baja rentabilidad debido a que no se aprovecha en forma integral los pigmentos antocianicos. Dado que el comercio del maíz morado principalmente está basado en el uso de la coronta y sus granos por su alto contenido de antocianinas, siendo las demás partes desechadas para otros fines, no dándoles un valor a las otras partes de la planta, no dándole un valor agregado a nuestras variedades moradas y así poder elevar la rentabilidad de los agricultores.

Teniendo en cuenta que la demanda de antocianinas en el Perú y el mundo es insatisfecha, debido a los bajos rendimientos de maíz morado, estamos interesados en la selección de las plantas con mayor contenido de antocianinas especialmente en la coronta de la planta de maíz morado (*Zea mays* cv variedad INIA 601 en la localidad de Monsefú).

### **1.1.2. Planteamiento del problema:**

Las variedades actuales de maíz morado tienen baja tinción de la coronta, perdiendo su valor comercial.

¿"Cuáles son las plantas de la variedad INIA 601 que tienen alta tinción en la coronta"?

## **1.2. Hipótesis de la investigación:**

- Ha: En la variedad original INIA 601 hay suficiente variabilidad genética en intensidad de tinción, en condiciones ambientales de Monsefú
- Ho: En la variedad original INIA 601 no hay variabilidad genética en intensidad de tinción, en condiciones ambientales de Monsefú

## **1.3. Variables en estudio.**

- Variable independiente: plantas de la variedad INIA 601 con diferente tinción.

- Variable dependiente: contenido de antocianinas, grados de tinción morada en la coronta

#### **1.4. Justificación.**

El maíz morado, de la variedad INIA 601 es un producto obtenido a partir de trabajos de investigación en la Universidad Nacional Agraria La Molina; por lo que cuenta con pocos estudios que indiquen el contenido de antocianinas en las diferentes partes de planta, lo cual nos ayudaría a dar un valor agregado, transformándolo en extracto o polvo de maíz morado. Se puede utilizar en diversos mercados como en la industria farmacéutica, de suplementos dietéticos, en la industria de cosméticos y alimentos como colorantes; lo que significará para el país el ingreso de más divisas, creando nuevas oportunidades de trabajo.

Así mismo, generar ingresos económicos para la región y buscar que Lambayeque empiece a tener mayor presencia de industrias que impliquen desarrollo social, económico y tecnológico.

##### **1.4.1. Científico.**

Generar mayores conocimientos sobre la concentración de pigmentos antocianicos en las diferentes partes de la planta para contribuir en la rentabilidad del agricultor.

##### **1.4.2. Social.**

La provincia de Lambayeque, cuenta con las condiciones óptimas para la producción, consumo y exportación de maíz morado.

##### **1.4.3. Económico.**

Los niveles de producción, productividad y calidad antociánica son muy bajos, pero existe la potencialidad de mejorarla, permitiendo generar mejores ingresos económicos y

contribuyendo al bienestar familiar. En tal sentido, con nuestro estudio queremos determinar el contenido de antocianinas en la coronta del maíz morado variedad INIA 601.

### **1.5. Importancia.**

El maíz (*Zea Mays* L.) es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal, el manejo del maíz morado no termina con su cosecha y pos cosecha es importante conocer cada una de las etapas y sus características hasta obtener el producto final para su uso industrial, ya que su producción es muy competitiva y se hace necesario crear nuevas formas de comercialización.

El maíz morado es un conjunto de variedades de *Zea mays* L. que poseen un fruto (inflorescencia) de color morado. Crecen en los Andes del Perú, Bolivia y Argentina, dispersos y cultivados también en las costas del territorio peruano, desde mucho antes de los Incas, su color se debe a las antocianinas. El interés por las antocianinas se debe a su beneficio en la salud, se consideran como antioxidantes naturales, que pueden neutralizar radicales libres que dañan las biomoléculas.

La investigación en este cultivo es necesaria debido a que es potencialmente exportable y apreciable para países cuya cultura se está orientando al consumo de productos naturales. Países como Estados Unidos, Alemania, Japón entre otros, vienen realizando investigaciones para la utilización del colorante extraído de la coronta y el grano del maíz morado con resultados bastante satisfactorios, lo cual está dando origen a una gran demanda de este producto en los mercados internacionales (SEVILLA, 2019).

### **1.6. Objetivos.**

#### **Objetivo general.**

- Seleccionar una población ( $\bar{X}$ s) con alta intensidad de color en corontas de maíz morado variedad INIA 601 bajo condiciones de Monsefú - Chiclayo.



### **Objetivos Específicos:**

- Formación de una población seleccionada ( $\bar{X}_s$ ) para alta intensidad de color en corontas partir de la variedad original INIA 601.
- Estimar la ganancia por selección utilizando la población original ( $\bar{X}_o$ ) y la población seleccionada ( $\bar{X}_s$ ) y la heredabilidad.

### **1.7. Antecedentes.**

En el ámbito local y regional existe muy poca investigación relacionada con el estudio de técnicas de espectrofotometría para conocer la concentración de antocianinas en las diferentes partes de la planta: A continuación, se mencionan algunos antecedentes bibliográficos relacionados al estudio de antocianinas.

#### **Antecedentes Internacionales**

ALMEIDA Y FERNANDA, (2012) en su tesis "Extracción y Caracterización del colorante natural del maíz negro (*Zea. mays* L.) y determinación de su actividad antioxidante", en la Universidad Politécnica Nacional de Ecuador, encontró que el mayor rendimiento en la extracción del extracto colorante (3,2%), se obtuvo a partir de las corontas, en un medio acuoso, manteniendo una relación corontas: agua igual a 1:6, con un tiempo de contacto de 120 minutos y a 50 °C. El extracto colorante de las corontas en estado sólido presentó un menor tiempo de humectabilidad (129 s), mayor índice de solubilidad (0,290) y mayor dispersabilidad en agua (96,72%), que el extracto colorante proveniente del grano. Igualmente, el contenido de antocianinas (22,68 mg/g muestra, expresando como cianidina 3-  $\beta$  glucósido) y compuestos fenólicos (277,34 mg GAE/100g de muestra seca), registrados en el extracto de las corontas, superó al encontrado en el extracto del grano con 13,92 mg/g muestra para las antocianinas y 193,85 mg GAE/100 g de muestra seca, para los compuestos fenólicos.

A través del índice de degradación del color, se determinó que el extracto colorante presenta mayor estabilidad en un rango de pH entre 2 a 6 y a temperaturas entre 10 °C y 50 °C.

Durante el almacenamiento se determinó para el extracto colorante en estado sólido y sellado al vacío una durabilidad promedio de 60 días. La actividad antioxidante se determinó en base a mediciones del poder reductor, expresado como concentración inhibitoria media (IC<sub>50</sub>), registrándose un valor de 0,387 mg/ml, para el extracto de las corontas, teniendo presente que un menor valor IC<sub>50</sub>, significa una mayor actividad antioxidante.

SALINAS, RUBIO, y DÍAZ, (2005) en su tesis "Extracción y uso de pigmentos del maíz morado (*Zea mays* L.) como colorantes en yogurt", en la Universidad Autónoma Chapingo, indican que la extracción de las antocianinas a partir de la FPCA obtenida de cada muestra de maíz se efectuó usando dos disolventes distintos. Uno fue etanol: ácido acético: agua, en proporciones de 10:1:9; el otro fue metanol: ácido acético: agua, usando exactamente las mismas proporciones. El metanol es más efectivo que el etanol para la extracción de antocianinas, aunque su toxicidad impide que se pueda emplear cuando las sustancias extraídas se usarán para consumo humano. Sin embargo, la extracción se realizó con los dos disolventes para comparar los perfiles de antocianinas obtenidos cuando se emplea uno u otro. El extracto de antocianinas que se empleó en el yogur se extrajo a partir de 4 g de FPCA con 80 ml de solvente (mezcla de etanol: ácido acético: agua, 10:1:9 v/v). Se realizaron cuatro extracciones sucesivas. El extracto obtenido de cada muestra, fue concentrado hasta sequedad en un Rotavapor (Laborota 4010, Heidolph Instruments, Germany), a 40 °C, y redisoluto en ácido láctico al 3% en agua, hasta tener un volumen aproximado de 10 ml. Se colocó en tubos

ámbar y se guardó a temperatura de congelación hasta su análisis y/o aplicación al yogur. Se verificó la concentración del extracto antes de aplicarlo al yogur.

(CUEVAS MONTILLA, ANTEZANA, y WINTERHALTE, (2008) en la Universidad Mayor San Simón Cochabamba, Bolivia., indican que el análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) boliviano", indican que las antocianinas son pigmentos que se encuentran en algunas frutas que van del color rojo al azul o morado. Se identificaron dos antocianinas mayoritarias en todas las variedades de maíz morado estudiadas, independientemente de su origen: cianidina – 3 glucósido (42,5%), y cianidina -3 - (6"malonil)-glucósido (30,7%). Los tiempos de retención de las antocianinas mayoritarias fueron 24,01 y 33,56 min, respectivamente, valores que coinciden con los estándares utilizados para su identificación. Los resultados concuerdan con los reportados por (Fossen y Andersen, 2001), quienes encontraron las mismas antocianinas en flores y hojas de maíz morado y señalan, al igual que (Pascual, Buelga, y Rivas, 2002) y, a la cianidina – 3 - glucósido como la antocianina mayoritaria en maíz morado, seguida por h1 cianidina – 3 - (6"malonil) -glucósido. Se observó que existen diferencias en el perfil de antocianinas minoritarias entre especies de maíz; que si bien son mínimas ocasionan una diferencia enorme en el color y pigmentación de las diferentes variedades de maíz morado. Esta variación se define en colores que van desde el rojo, pasando por el morado (completo o moteado) hasta el casi negro en el caso del Kulli. En este trabajo se presenta la identificación y características espectroscópicas de las antocianinas minoritarias de las diferentes variedades de Maíz morado analizadas en nuestro estudio. Una comparación directa entre las 6 variedades estudiadas, en la cual observamos tanto la similitud en el perfil antociánico (Antocianinas mayoritarias) como las diferencias en el perfil de las menores.

ARAUJO, (1995). Estudio la extracción del colorante de maíz morado (*Zea mays* L.) con el uso de enzima. Para evaluar los principales factores que influyen en la extracción de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.), determina el contenido de estas en el grano y coronta y la relación en peso de cada una de ellas. En la que determina que el grano presenta 79,21 % y la coronta 20,79% en peso de maíz morado. Tomando en cuenta estos rendimientos se tiene que por cada 100 gr de maíz morado entero se obtiene 180,75 mg de antocianina a partir del grano y 699,58 mg a partir de coronta molida, por estos resultados se decidió extraer la antocianina a partir de la coronta.

FERNANDEZ, (1995), Estudio la extracción y pre-purificación de antocianinas de maíz morado. En una primera etapa estudia la influencia de los parámetros de maceración de la coronta la combinación de la maceración y calentamiento en el rendimiento de la extracción de las antocianinas. En una segunda etapa estudia la purificación del extracto mediante precipitación con acetato de plomo básico y resinas de intercambio iónico. Se obtuvieron buenos resultados mediante la precipitación de acetato de plomo básico a pH 6,0, recuperándose 90% de antocianinas.

GIUSTI, M y WROLSTAD, (2001) Cuantificación de antocianinas mediante el uso de espectrofotometría con el método de pH diferencial. El extracto obtenido de los frutos secos congelados de *B. boliviana* Lechler (peso de la muestra = 2. 996 g y solución agua/ acetona 30:70 7v) fue diluida en con dos buffers de pH 1,0 y pH 4.5, luego se procedió con la lectura utilizada en espectrofotómetro UV-visible Hewllet Packard 8453; mediciones fueron realizadas a 520 nm (máxima longitud de onda determinada) y a 700 nm, el contenido de antocianinas monoméricas fue calculado como cianidina-3- glucósido, usando como coeficiente de extensión molar 26900 L/ (cm.mg) y como peso molecular 449,6 g/L. Al final

como resultado se obtuvo la concentración de antocianina en peso de 7 g/100 g de fruto seco separado de las semillas de *Berberis boliviana* Lechler.

### **Antecedentes nacionales.**

GORRITI GUTIÉRREZ, (2010) en una Investigación de Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays* L. “maíz en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, investigaron las condiciones óptimas de extracción de antocianinas de las corontas del maíz morado mediante el empleo de un diseño completo al azar con arreglo factorial  $2 \times 3 \times 4 \times 2$ . Los factores estudiados fueron pH, solvente, tiempo y temperatura. Los resultados mostraron antocianinas entre 8,404 y 47,984 mg/g de coronta, determinados según el método de pH diferencial. Se expresa como mg de antocianina/g de coronta, de acuerdo al diseño completo al azar con arreglo factorial que evaluó los factores: solvente de extracción en los niveles: agua, EtOH al 20 y 40%; medio de extracción a pH 2 y 4; temperatura de extracción a 25, 60, 75 y 90 °C; y tiempo de extracción a 30, 60, 120 y 240 min, para así determinar las mejores condiciones de extracción de antocianinas del testigo TJ. El número de experimentos realizados de acuerdo a la combinación de factores fue de 96, que en triplicado hacen un total de 288 determinaciones. Al evaluarse los valores promedio según el análisis de varianza (ANOVA) se observa que existen diferencias altamente significativas,  $p < 0,0001$  en el modelo experimental planteado.

MEDINA REGALADO GINA (2012) en su tesis "Extracción del colorante antocianico a partir del maíz morado y su aplicación en la Industria Alimentaria" en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, el año 2012. tuvo como objetivos: Conocer los aspectos relacionados con el colorante antocianico, sus características químicas-físicas y los productos que los contiene, así como los diferentes métodos de extracción y determinar el método de extracción óptimo de antocianina, a partir del maíz morado. En el trabajo se aplicó

el método descriptivo y analítico, se recopiló información de diversas fuentes y se procedió a su análisis, ordenamiento y obtención de conclusiones.

QUISPE A, HUERTA C, CASTRO N, ESPINOZA Y FALCÓN P. 2007 en una investigación “Extracción del colorante antocianico a partir del maíz morado y su aplicación en la Industria Alimentaria”, desarrollado por en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayo lo, Ancash, estudió los parámetros para la obtención de Antocianina por lixiviación de las corontas de maíz morado de Caraz. Las corontas del maíz morado fueron caracterizadas presentando una humedad de 12% que facilita la lixiviación el rendimiento en coronta con respecto a la mazorca fue de 19,52%, que generan una relación entre la mazorca y la coronta de 5 a 1. El proceso de extracción del colorante incluyó las operaciones siguientes: recepción, selección, desgranado, molienda, lixiviación, filtración, evaporación, secado y empaçado. En el proceso de molienda por molino de martillo, la relación de reducción óptima fue de 100:1 que permitió tener un grado de molienda fina. Para la evaluación de la lixiviación en una sola etapa se usaron corontas molidas de grado grueso, mediano y fino, variando la preparación del extracto acuso acidificado con ácido cítrico, con acidez iónica de 3,2; 3,1;3,0; para temperaturas de extracción de 85 °C, 90 °C y 95 °C. El rendimiento de la lixiviación se maximiza cuando se usa coronta molida fina en agua acidulada con una acidez iónica de 3,2 a una temperatura de 9 °C en un tiempo de contacto de 70 minutos a volumen constante. El proceso de filtrado retiene mejor los sólidos insolubles como medios filtrantes de 170Mesh. La lixiviación óptima permitió un rendimiento de 9,78% de antocianinas con la presencia de los pigmentos pelargonidina hirsutidina; por lo que es posible obtener antocianina por lixiviación, con buenas características y estabilidad para el empleo en alimentos.

EL AGRARIO (1998), indica que el maíz amiláceo morado es una planta gramínea con diversas coloraciones verde púrpura y rojo, la mayor concentración está en la coronta, una menor existe en los granos. Se le consume bajo las formas de mazamorras y bebidas, en la industria la antocianina extraída de las mazorcas por métodos químicos se utiliza como colorante de alimentos, cosméticos textiles y pinturas.

### **Antecedentes Locales.**

ROJAS MEJIA, (2018), realizo un estudio en maiz morado con el objeto de Identificar plantas con el mayor índice de cosecha en variedades de maíz morado (*Zea mays amilacea* cv morado) PMV 582 y Canteño en el distrito de Monsefú - Lambayeque, determinar el peso de grano y biomasa por planta de dos variedades de maíz morado y determinar el porcentaje de grano en cada variedad, encontró que existió una gran variabilidad genética en las características evaluadas en especial en el índice de cosecha, encontrándose que el 20% superior tiene un promedio de 2.28, la ganancia por selección para prolificidad fue de 0.3525, que representa una ganancia del 30.63%, respecto a la población original. La heredabilidad fue del 50 %.

ORTIZ GOÑAZ, (2014), realizo un trabajo de selección en maíz morado con el objeto de conocer la influencia de la prolificidad en el contenido de antocianinas en la variedad PMV 581, identificar y seleccionar plantas prolíficas y seleccionar plantas de mayor peso de coronta con alto contenido de pigmentos antocianicos encontró que existió una gran variabilidad genética en las características evaluadas, así como en la absorbancia, encontrándose que el 20% superior tiene un promedio de 2.28 nm. El % de ganancia por selección para prolificidad fue de 30.63% superior a la media poblacional. El porcentaje de

ganancia por selección para absorbancia en el ciclo 1 se estimó en 47.43% superior a la media poblacional.

## **2.1. Generalidades.**

### **2.1.1. Origen del maíz morado.**

El maíz morado es un conjunto de variedades de *Zea mays* L. que poseen un fruto (infrutescencia) de color morado. Crecen en los Andes del Perú, Bolivia y Argentina, dispersos y cultivados también en las costas del territorio peruano, desde mucho antes de los Incas. SEVILLA y VALDEZ, (1985).

Desde la época precolombina, es el cereal de mayor importancia como producto básico en la alimentación, como originario del continente americano. En Perú, el maíz morado se desarrolla entre los 1 200 a más de 4 000 msnm con muchos contrastes debido a los variados microclimas que se presentan en la cordillera de los Andes. SEVILLA y VALDEZ, (1985).

Dentro de su composición se encuentra las antocianinas, pigmento natural muy requerido en la industria alimentaria, que en los últimos años ha generado un gran interés, sobre todo en los países desarrollados, donde se restringe el uso de colorantes artificiales o sintéticos.

### **2.1.2 Color del maíz morado**

La coloración morada que presentan las plantas, corontas y pericarpio de los granos de maíz, son el resultado del complejo trabajo realizado por muchos genes ubicados en diferentes cromosomas, lo que da como resultado la formación de pigmentos antociánicos de diferente color, los mismos que al combinarse forman el color morado (combinación de pigmentos rojos y azules) MANRIQUE, (1997)



### **2.1.3 Variedades de maíz morado**

Hay diferentes variedades de maíz morado, todas ellas provienen de una línea ancestral denominada “Kculli” que todavía se cultiva en el Perú. Las formas más típicas están casi extinguidas. La línea Kculli es muy antigua, restos arqueológicos con mazorcas típicas de esta línea se han encontrado en Ica, Paracas, Nazca y otros lugares de la costa central cuya antigüedad se estima por lo menos en 2500 años. También se encuentran mazorcas moldeadas, con las características de la línea, en la cerámica Mochica (SEVILLA y VALDEZ, (1985).

En el Perú existen muchas variedades de maíz morado. A continuación, se describen a las principales MANRIQUE, (1997):

- Cuzco Morado: Relacionado a la raza Cuzco gigante. Es tardía, de granos grandes, dispuestos en mazorcas con hileras muy bien definidas. Se le cultiva en diferentes lugares en zonas intermedias de altitud en los departamentos de Cuzco y Apurímac.
- Morado Canteño: Muy similar a la raza Cuzco morado, aunque de menores dimensiones. Se cultiva especialmente en las partes más altas del valle del Chillón, en el departamento de Lima., hasta los 2 500 msnm. Es la variedad más consumida en los mercados de Lima.
- Morado de Caraz: Derivada de las razas Ancashino y Alazán. Recibe este nombre porque se le cultiva en la localidad de Caraz, en el Callejón de Huaylas, en extensiones relativamente grandes. Es de precocidad intermedia y tiene la ventaja que puede adaptarse también a la costa. Entre las variedades tradicionales es la

que muestra mayor capacidad de rendimiento y la que presenta la tusa más pigmentada.

- Arequipeño: Similar al Cuzco Morado, pero más pequeño. La tusa no tiene mucha coloración. Es bastante precoz.
- Negro de Junín: Variedad precoz de grano grande, negro, dispuesto irregularmente en una mazorca corta y redondeada. Se le encuentra en la sierra, centro y sur.
- Variedad mejorada: La única que se viene produciendo es la PMV-581, desarrollado por el Programa de Maíz de la UNALM.

#### 2.1.4 Clasificación taxonómica

En la Tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica del maíz morado.

*Tabla 1: Clasificación taxonómica del maíz morado*

REINO	VEGETAL
Division:	Tracheophyta
Clase:	Angiosperma
Orden:	Gramideas
Familia:	Gramideae
Género:	Zea
Especie:	Mays
Nombre científico:	Zea Mays L.

Fuente: Terranova, (1995)

#### 2.1.5 Composición química del maíz morado

Los componentes químicos en el maíz morado son: Ácido salicílico, grasas, resinas, saponinas, sales de potasio y sodio, azufre y fósforo, y sus compuestos fenólicos (Arroyo, y otros, (2010). El detalle de la composición del grano y coronta de maíz morado se presenta en las Tablas 2 y 3:

*Tabla 2: Composición química del grano y la coronta del maíz morado (variedad*

COMPONENTE	PORCENTAJE	
	Grano	Coronta
Humedad	11,4	11,2
Proteínas	6,7	3,74
Grasa	1,5	0,32
Fibra	1,8	24,01
Cenizas	1,7	3,31
Carbohidratos	76,9	57,42
Total	100	100

Fuente: (Arroyo, y otros, (2010).

#### 2.1.5.1 Coronta del maíz morado

Denominada también carozo, olote o mazorca. Espiga en que se crían los frutos muy juntos y dispuestos alrededor de un eje. En la coronta se encuentran un mayor porcentaje de antocianinas que en la cáscara del grano del maíz morado (Torgils, Rune, y Oyvind, 2001)

*Tabla 3: Composición química de la coronta del maíz morado*

COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	11,2
Proteína	3,74
Grasa	0,32
Fibra	24,01
Carbohidratos	57,44

Fuente: DELGADO, (2000)

### 2.1.6 Usos y beneficios del maíz morado

#### 2.1.6.1 Usos

Según los datos recogidos por diversos historiadores, se sabe que el maíz morado era empleado en la alimentación como bebida, con él se elaboraba la “chicha” que viene a ser una bebida fermentada. El uso de su extracto sufrió un cambio con el tiempo así es como en la colonia, por influencia de la repostería española y por el ingenio de las amas de casa criollas, es por ello, que apareció la “mazamorra” y la “chicha morada” que tenían los sabores más exquisitos. FERNANDEZ, (1995)

Actualmente el maíz morado es usado a nivel casero, como colorante natural y saborizante en bebidas y otros preparados alimenticios como la “mazamorra morada”. Las antocianinas extraídas de maíz morado se utilizan en la elaboración de yogurt. (SALINAS, RUBIO, y DÍAZ, (2005)

La antocianina proveniente del maíz morado es un tipo de flavonoide complejo. Es un pigmento procesado y purificado que se obtiene de los granos, del polvillo y principalmente de la coronta. Araujo, (1995).

*Tabla 4: Porcentaje de antocianinas en el grano y la coronta del maíz morado*

MUESTRA	ANTOCIANINAS (mg de antocianinas/100 g)	RENDIMIENTO (%)
Coronta	610,998	79,47
Grano	51,998	6,75
Grano molido	175,841	20,53

Fuente: Araujo (1995)

#### 2.1.6.2 Beneficios

El consumo de maíz morado está asociado indirectamente con beneficios a la salud, debido a la presencia de compuestos antioxidantes, los cuales retrasan el daño causado por los radicales libres, con actividad anticancerígena, antineurodegenerativa y antiinflamatoria Kraft, (2008).

Estudios médicos han demostrado que pacientes con arteroesclerosis presentan contenidos bajos de antioxidantes al compararlos con individuos sanos (Durak, Kacmaz, Cimen, y Buyukkock, (2001), (Ching, Ingram, Hahnel, y Rossi, (2002) encontraron que, al incrementar los niveles de antioxidantes en sangre, los riesgos de presentar cáncer de mama se ven disminuidos. Olsson, Gustavsson, y Duan, (2004) evaluaron el efecto de antocianinas, como la cianidina-3-  $\beta$  - glucósido, la proliferación de células de cáncer de colon y de mama, encontrando actividad anticancerígena. Joseph, Arendas, y Gordon, (2003) encontraron que

el consumo de suplementos antioxidantes revierte los efectos degenerativos del envejecimiento. Una gran variedad de fitoquímicos es responsable de estos beneficios del maíz morado, entre ellos los compuestos fenólicos. Un equipo de investigación de la Universidad japonesa Doshisha, Kyoto, comprobó que el extracto de maíz morado incrementa la actividad de un gen que regula la función de las células grasas el cual previene las enfermedades cardíacas, obesidad y diabetes. Asimismo, según la revista *Nutraceuticals World*, es un protector de la retina y estimulador de la circulación sanguínea (Risco, y otros, 2007)

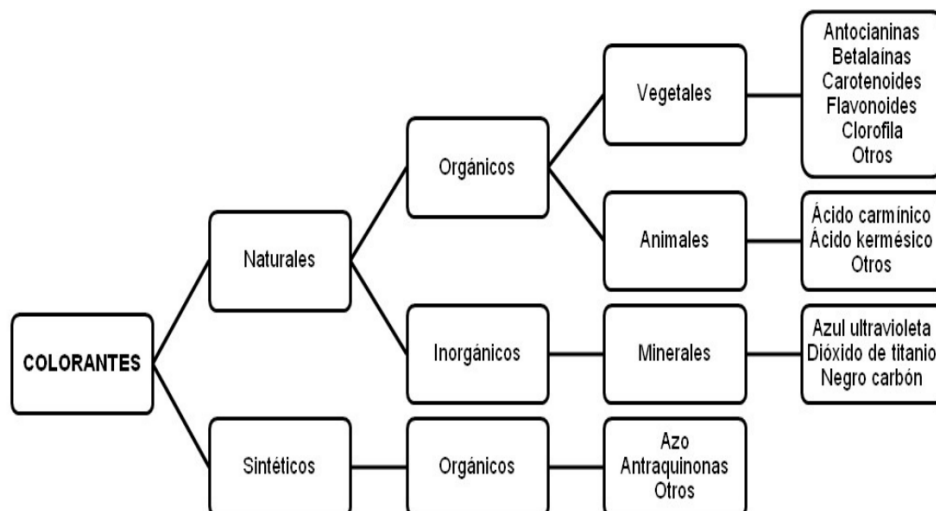
## **2.2 Colorantes**

El color y la apariencia son quizás los atributos de calidad más importantes de los alimentos. Debido a nuestra capacidad y facilidad para percibir estas características, son las primeras evaluadas por el consumidor al adquirir los alimentos (Fennema R. , 2000).

La industria alimentaria con el objetivo de obtener productos que presenten los colores propios de los alimentos frescos o para presentar productos más llamativos para los consumidores utiliza diversos colorantes naturales o artificiales (Yúfera, 1995).

### **2.2.1 Clasificación de los colorantes**

Existen diversas maneras de clasificar a los colorantes, con base en su naturaleza u origen (naturales o artificiales), por su grupo cromóforo (radical que le contiene un determinado color (Quintero, Mariano, y Lopez, 2002)



*Figura: 1 Clasificación de los colores naturales (García, Quintero, y López, 2004)*

#### 2.2.1.1 Colorantes naturales

Los pigmentos naturales son generados por microorganismos, vegetales, animales o minerales. Son aquellos obtenidos de fuentes presentes en la naturaleza, usados para impartir color a algunos productos. Son sujetos a las mismas pruebas de calidad y seguridad toxicológica que los sintéticos (Badui, Química de los alimentos, 2006)

#### 2.2.1.2 Colorantes sintéticos

Son aquellos colorantes obtenidos mediante un proceso químico industrial y existen una gran cantidad de ellos; sin embargo, solo algunos están probados para su uso en alimentos en relación con la toxicidad o inocuidad de cada uno de ellos; ejemplos de estos compuestos son la tartracina, el amarillo-anaranjado S, amarillo de quinoleina (Badui, 1993)

#### 2.2.2 Colorante del maíz morado

El maíz morado contiene seis importantes antocianinas: pelargonidina-3-O- $\beta$ -Dglucósido, peonidina-3-O- $\beta$ -D-glucósido, cianidina-3-O- $\beta$ -D-(6- malonilglucósido), pelargonidina-3-O- $\beta$ -D-(6- malonilglucósido) y peonidina-3-O- $\beta$ -D-(6- malonilglucósido) las que dan el color característico a esta especie vegetal (Aoki, Kuze, & Kato, 2002).

La antocianina que se encuentra en mayor proporción es la cianidina-3-  $\beta$  -glucósido, la misma que es un importante antioxidante (CUEVAS MONTILLA, ANTEZANA, y WINTERHALTE, 2008)



*Figura: 2: Muestra del maíz morado. (Risco et al. 2007)*

El colorante obtenido del maíz morado fue aprobado en Japón y figura en la “lista existente para aditivos alimentarios”. Se usa para la elaboración de bebidas, gelatinas, caramelos, etc (Aoki et al. 2002).

### **2.2.3 Degradación del color**

Los pigmentos enfrentan un problema, que es la degradación del color, la cual se puede presentar como consecuencia de la exposición a la luz (foto degradación), por acción de la temperatura efecto conocido como oxidación térmica o descomposición térmica. Cuando los alimentos se someten a elevadas temperaturas, el color de los mismos cambia entre tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un intenso café, debido a las reacciones de caramelización que se produce en su interior. (Badui, 1988).

La degradación de los pigmentos se debe especialmente a reacciones de oxidación las mismas que pueden ser o no enzimáticas. Los colorantes naturales pueden oxidarse al estar en contacto con el oxígeno atmosférico, la luz, el calor. El efecto de la temperatura es muy

importante, tanto que en ausencia de agua (productos deshidratados) como en su presencia (productos hidratados), la temperatura siempre acelera la velocidad de la reacción de degradación (Fennema 2000).

La acción de la luz en los colorantes produce su ruptura y como consecuencia de esto se forman compuestos incoloros de bajo peso molecular. Estas reacciones presentan unos efectos significativos en la industria de alimentos, debido a que los colorantes pierden su color característico. Los cambios de pH ya sean a pH ácido o alcalino, provocan isomerizaciones de ciertos dobles enlaces, que deben considerarse en la manipulación de pigmentos (Schawartz, 1998).

### **2.3 Antocianinas**

Las antocianinas (del griego anthos, flor y kyanos, azul), son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua visibles para el ojo humano, forman parte de la familia de los polifenoles y se definen como flavonoides fenólicos (Mazza y Miniati, 1993).

Los colores rosa, rojo, azul, malva y violeta de las flores, frutas y verduras se deben a la presencia de estos pigmentos localizándose principalmente en la piel de frutas como manzanas, peras, uvas, zarzamoras, ciruelas, de flores como la Jamaica, rosas y verduras como col morada y maíz morado siendo a diferencia de color entre las frutas, flores y verduras depende de la naturaleza y concentración de antocianinas para ello intervienen factores adicionales que afectan el color como el pH de la célula, el efecto de copigmentación determinado por la presencia de otros flavonoides, temperatura, luz (Wrolstad, y Giusti, 2003)

Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Fennema O. , 1993). Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de

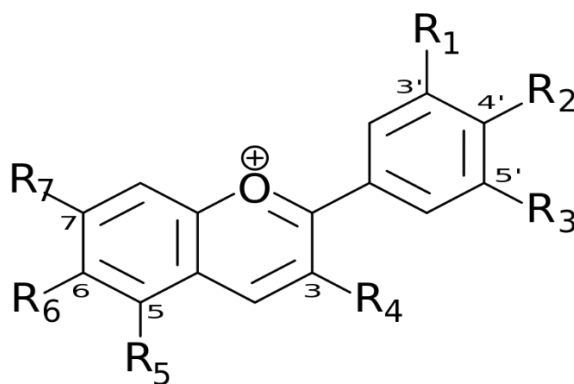


antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace  $\beta$ -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ion flavilio, también llamado 2-fenilbenzopirilio (Badui 2006).

Se conocen aproximadamente 20 antocianidinas, las más importantes son pelargonidina, delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, nombres que derivan de la fuente vegetal de donde se aislaron por primera vez. Es muy común que una misma antocianidina interaccione con más de un carbohidrato para formar diferentes antocianinas (Badui 2006).

### 2.3.1 Estructura de las antocianinas

La estructura básica de las antocianinas es el 2-fenilbenzopirilio de la sal de flavilio, las antocianinas existen como glucósidos de polihidroxi y/o polimetoxiderivados de la sal (Fennema, 2000) como se muestra en la figura 3, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es una aglicona a la que se le une un azúcar por medio de un enlace glucosídico; por lo general están glucosidados en la posición 3 y 5 (Badui 2006).



*Figura: 3: El catión flavilio,*

Variaciones estructurales del anillo B producen las seis antocianidinas conocidas (Aguilera, Reza, Chew, y Mesa, 2011). En la Tabla 5, se presentan los radicales (R1 y R2) anteriormente mostrados en la Figura 3.

*Tabla 5: Principales radicales de las antocianinas*

AGLICONA	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Petunidina	OH	OCH <sub>3</sub>
Malvidina	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>
Pelargonidina	H	H
Delfinidina	OH	OH
Cianidina	OH	H
Peonidina	OCH <sub>3</sub>	H

Fuente: Durst y Wrolstad (2001).

Las antocianinas pueden clasificarse en base a la cantidad de moléculas de azúcar que contienen, se divide en varios tipos: los monósidos sólo tienen una molécula de azúcar, generalmente en posición 3, rara vez en la posición 5 ó 7 y nunca en otras posiciones, los biósidos contienen 2 azúcares, ambos en posición 3, o uno en 3 y el otro en 5 y muy pocas veces en 3 y en 7, los triósidos contienen 3 azúcares, generalmente dos en posición 3 y uno en posición 5, con frecuencia tres en una estructura ramificada o lineal en la posición 7, las diferentes posiciones antes mencionadas se puede ver en la Figura 3 (Fennema 2000).

### **2.3.2 Antocianinas del maíz morado**

Guillén et al. (2014), reporta que la cáscara del maíz morado contiene aproximadamente 10 veces más antocianinas que otras plantas, siendo más frecuentes encontrarlas en flores y frutos, estas estructuras son las que contribuyen a los brillantes colores rojos, azules y morados de estos tejidos vegetales. Podemos anticipar la producción industrial de antocianina, porque la cáscara de maíz morado contiene 10 % de antocianinas.

En la estructura química de las semillas y las corontas del maíz negro se ha encontrado en forma predominante, el compuesto cianidina-3-β-glucósido (Arroyo et al. 2010).

El maíz morado se utiliza como alimento y colorante desde tiempos ancestrales, y se caracteriza por presentar antocianinas del tipo cianidina-3-β-glucósido, pelargonidina-3-

glucósido, y peonidina-3-O-glucósido a nivel de coronta con bajos contenidos de sólidos solubles, lo que facilita su uso a nivel industrial (Pascual et al. 2002).

### **2.3.3 Actividad biológica de las antocianinas**

Las antocianinas son interesantes por dos razones. La primera por su impacto sobre las características sensoriales de los alimentos, las cuales pueden influenciar su comportamiento tecnológico durante el procesamiento de alimentos, y la segunda, por su implicación en la salud humana a través de diferentes vías (De Pascual y Sánchez, 2008)

El interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. Durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas y ejercen efectos terapéuticos conocidos que influyen en la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatoria y antidiabética; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante. Estudios con fracciones de antocianinas han demostrado que estas son efectivas para atrapar especies reactivas del oxígeno, además de inhibir la oxidación de lipoproteínas y la agregación de plaquetas (Timberlake, 2009).

### **2.3.4 Investigaciones científicas de antocianinas aplicadas en ratas de laboratorio**

Una investigación científica realizada por (Pedreschi y Cisneros, 2006), comprobó que las fracciones fenólicas obtenidas a partir de maíz morado tienen propiedades antimutagénicas. Este estudio evaluó si las antocianinas de maíz morado retardan la hiperglucemia crónica; el extracto de maíz morado rico en antocianinas suprimió la proliferación de células colorrectales en humanos y ejerce una interacción aditiva con los otros compuestos fenólicos funcionales (Jing y Giusti, 2007), (Jing, Bomser, Schwartz, y Magnuson, 2008), (Arroyo, y

otros, 2010), describieron el efecto hipotensor de un extracto de *Zea mays* L. (maíz morado) en ratas hipertensas. Esta reducción de la presión arterial fue explicada por la actividad vasodilatadora, dependiente de óxido nítrico, de dicho extracto. No obstante, diferentes extractos de maíz morado contienen diferentes moléculas adicionales (Arroyo et al. 2010) que podrían disminuir o incrementar el efecto vasodilatador de las antocianinas. El mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo como resultado del consumo de antocianinas. Estos efectos sugieren que las antocianinas ostentan propiedades funcionales interesantes, y podría representar una prometedora clase de compuestos útiles en el tratamiento de patologías (Moreno, Paz, Mamani, y Manchego, 2013).

### **2.3.5 Factores que afectan la estructura de las antocianinas**

A pesar de las ventajas que las antocianinas ofrecen como posibles sustitutos de los colorantes artificiales, su incorporación a matrices alimenticias o productos farmacéuticos y cosméticos son limitadas debido a su poca estabilidad durante el procesamiento y el almacenamiento. Factores como su misma estructura química, pH, concentración, temperatura, presencia de oxígeno y peróxido de hidrógeno, y actividad de agua de la matriz determinan la estabilidad del pigmento. (Wrolstad, Lauro, & Francis, 2000).

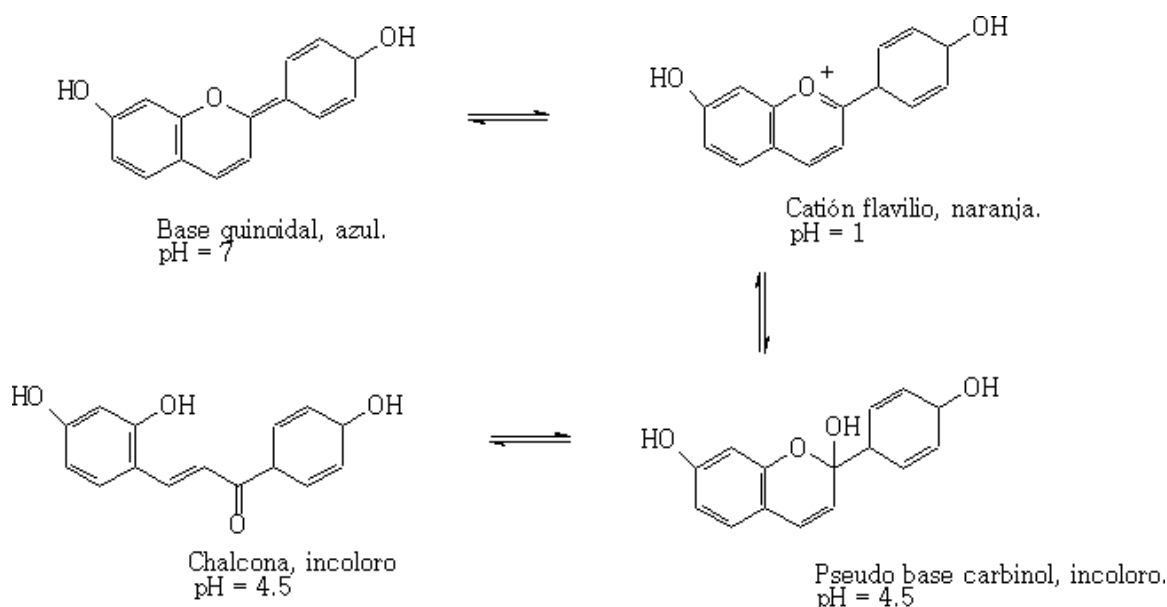
La pérdida de color de las antocianinas también se da por la presencia de compuestos reactivos como azúcares reductores, fenoles y aminoácidos (Zeiger y Taiz, 2006). Otra causa de degradación de las antocianinas son las reacciones enzimáticas que se producen en forma natural en los frutos; la enzima  $\beta$ -glucosidasa hidrolizan al enlace glucosídico en el átomo de carbono 3, separando al aglicón del azúcar. Existen enzimas del tipo de las polifenolasas que también pueden causar una decoloración de los frutos. Algunos microorganismos presentan actividad enzimática de antocianinas, capaz de inducir la destrucción de las antocianinas (Fennema 2000, Badui 1988).

Las agliconas (antocianidinas) no son estables y son menos solubles en agua que sus correspondientes glucósidos (antocianinas) y, por lo tanto, no se encuentran libres en la naturaleza (Fennema 2000). Las cerca de 250 antocianidinas aisladas son estabilizadas por la sustitución con azúcares en las diversas posiciones. La sustitución en la posición 3 es la más difundida, pero las sustituciones en las posiciones 5 ó 7 no son raras. Los azúcares contenidos pueden ser monosacáridos (glucosa, galactosa, etc.) u oligosacáridos. Estos azúcares pueden estar acilados con ácidos orgánicos (acético, masónico, cumárico, caféico, etc.). Los colorantes ricos en antocianinas aciladas, como del camote morado y zanahoria morada, son más estables que los colorantes ricos en antocianinas no aciladas, como las del maíz morado y la uva roja (Cevallos Casals y Cisneros Zevallos, 2003). Las antocianinas aciladas con ácidos cinámicos son más estables que aquellas aciladas con ácidos malónicos (Giusti y Wrolstad, 2003). El maíz morado contiene antocianinas aciladas con ácidos malónicos.

Los principales factores que influyen en la estabilidad y color son:

***a) Efecto del pH***

Las antocianinas tienen cambios importantes de color con las variaciones de pH, cuando el pH es ácido su color es rojo intenso mientras que a pH neutro se encuentra de manera incolora y a pH alcalino su coloración es amarilla y pasa posteriormente a ser azul (Cuevas et al. 2008). En la figura 4 se observa la forma de antocianinas a diferentes pH's.



*Figura: 4: Forma de antocianinas a diferentes pH's (Giusti y Wrolstad, 2001).*

### ***b) Efecto de la temperatura***

Durante el procesamiento y el almacenamiento las antocianinas son destruidas por efecto del calor (Cuevas et al. 2008). El aumento de la temperatura produce la pérdida de una molécula de azúcar en la posición 3 y como consecuencia la ruptura del anillo y como efecto la formación de chalconas incoloras (Garzón, 2008).

Las conversiones estructurales de las antocianinas son reacciones endotérmicas. Resisten bien procesos térmicos a altas temperaturas durante cortos periodos de tiempo. Por efecto del calor (a temperaturas por encima de los 60 °C) se degradan según una cinética de primer orden. En general las características estructurales que conducen a una mayor estabilidad al pH son las mismas que conducen a una mayor estabilidad térmica. Por lo tanto, las antocianinas altamente hidroxiladas son menos estables térmicamente que las metiladas, glicosidadas o acetiladas (Fennema 2000).

La velocidad de degradación de las antocianinas aumenta al elevar la temperatura. Existe una relación logarítmica entre la retención de color y la temperatura de los procesos de esterilización o almacenamiento (Fernández 1995). Así como ocurre con las vitaminas y otros pigmentos, los sistemas de alta temperatura-corto tiempo son más adecuados para conservar el color de los alimentos (Badui 1999).

#### ***c) Efecto del oxígeno y peróxido de hidrógeno***

Las antocianinas pueden oxidarse por reacción directa con oxígeno, o bien a través de una oxidación indirecta en la que éstas reaccionan con compuestos que han sido previamente oxidados, dando lugar a la formación de productos de color marrón o incoloro. También, pueden reaccionar con radicales de oxígeno actuando como antioxidantes. Estos mecanismos de oxidación se ven favorecidos cuando se eleva la temperatura (Rein, 2005). El peróxido de hidrógeno actúa rompiendo el anillo de pirilio de la antocianina por un ataque nucleofílico en C-2 produciendo ésteres incoloros y derivados de la cumarina. Estos productos de degradación son totalmente destruidos y polimerizados para formar precipitados de color café (Fennema 2000).

#### ***d) Efecto de la luz***

Se acepta, generalmente, que la luz acelera la degradación de las antocianinas. Este efecto adverso se ha demostrado en diversos zumos de frutas y en el vino tinto. Los sulfonatos de las flavonas polihidroxiladas, las isoflavonas y las auronas ejercen un efecto protector contra la foto degradación. El efecto protector es atribuible a la formación de interacciones de los anillos intermoleculares entre el sulfonato cargado negativamente y el ion flavilio cargado positivamente (Fennema 2000).

#### ***e) Efecto de los azúcares***

Los azúcares a altas concentraciones, como ocurre en las conservas de frutas, estabilizan las antocianinas. Este efecto se cree que es debido a la disminución de la actividad de agua (Fennema 2000). Cuando los azúcares están presentes en condiciones lo suficientemente bajas como para tener poco efecto sobre la actividad del agua ( $A_w$ ), ellos o sus productos de degradación pueden acelerar la degradación de las antocianinas (Fennema 2000).

La velocidad de degradación de la antocianina sigue la velocidad de degradación del azúcar a furfural. el furfural, que se deriva de las aldopentosas, y el HMF, que es un derivado de las cetoheXssas, resultan de la reacción de Maillard o de la oxidación del ácido ascórbico. Estos compuestos se condensan fácilmente con las antocianinas, formando compuestos pardos (Fennema 2000).

#### ***f) Efecto de las enzimas***

Se han identificado dos grupos de enzimas implicadas en la decoloración de las antocianinas: glicosidasa y polifenoloxidasa, en conjunto se les conoce como antocianasas. Las glicosidasas hidrolizan los enlaces glucosídicos, dando el azúcar o azúcares y la aglicona. La pérdida de intensidad de color se debe al descenso de la solubilidad de las antocianidinas y su transformación en productos incoloros. Las polifenoloxidasas actúan en presencia de o-difenol a o-benzoquinona, que a su vez reacciona con las antocianinas por un mecanismo no enzimático para formar antocianinas oxidadas y productos de degradación (Fennema 2000).

#### ***g) Efecto del dióxido de azufre***

La reacción entre antocianina y dióxido de azufre ha sido ampliamente estudiada. Se cree que comprende la fijación de  $SO_2$  en la posición C-4 es que el  $SO_2$  en esta posición produce la pérdida de color (Fennema 2000). Pequeñas cantidades de  $SO_2$  pueden decolorar rápidamente cantidades significativas de antocianina (Fennema 2000, Badui 1999).



#### ***2.4. Producción del maíz morado.***

Según (Quispe, 2017) en el año 2006, el rendimiento promedio nacional fue de 4675 kg/ha, la región de Cajamarca obtuvo el mayor rendimiento a nivel nacional con 8389 kg/ha, seguido de Apurímac y Huánuco con 8100 kg/ha y 7105 kg/ha respectivamente. Mientras las regiones de Arequipa y Lima obtuvieron un rendimiento de 4685 kg/ha y 2974 kg/ha respectivamente.

El maíz morado ha venido mostrando un desarrollo extensivo en los últimos años en el Perú, en el periodo de enero a agosto del 2010 se obtuvo una producción de 11 700 t contenido que representa un incremento de 16,4% con respecto al mismo periodo del año 2009, siendo los principales productores Lima, Cajamarca, Huánuco y Arequipa, cabe indicar que el rendimiento promedio nacional en el 2009 fue de 4,83 t/ha. (OEEE, Perú 21,2010).

Según Agroestadísticas, 2012, en la campaña agrícola 2011-2012, los principales departamentos productores de maíz morado en el Perú, fueron Lima, Huánuco y Arequipa. La región más productora de maíz morado fue Lima con 9161 toneladas en un área sembrada de 1616 has, la región que obtuvo el mejor rendimiento fue Huánuco con 6906 Kg/ha, lo sigue Lima con 5711 Kg/ha, y luego Arequipa con 5072 Kg/ha, siendo las provincias de Castilla y Arequipa las que mostraron mayor participación en la producción con 58,56% y 33,77% respectivamente.

*Tabla 6: Rendimiento nacional maíz morado 2011 - 2012*

<b>Departamento</b>	<b>Siembra (Ha)</b>	<b>Cosecha (Ha)</b>	<b>Rendimiento (Ha)</b>	<b>Producción total (t)</b>	<b>Precio chacra (S/)</b>
<b>Huánuco</b>	384.00	384.00	6906.00	2655.50	1.00
<b>La Libertad</b>	41.50	50.50	6029.00	304.50	1.11
<b>Lima</b>	1616.00	1604.00	5711.00	9161.00	1.24
<b>Ica</b>	76.50	14.50	3555.00	51.55	1.98

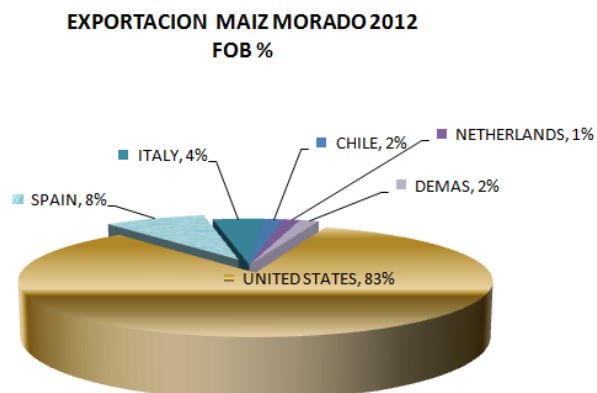
Fuente: Adaptado de DRA (Gobierno Regionales). (2011-2012).

## **2.9. Exportación del maíz morado:**

Nuestro país exporta maíz morado en tres presentaciones: en mazorca, en polvo y concentrado. En el 2011 exportamos en mazorca 331 176 kg a U\$ 1,76/ kg. En promedio.

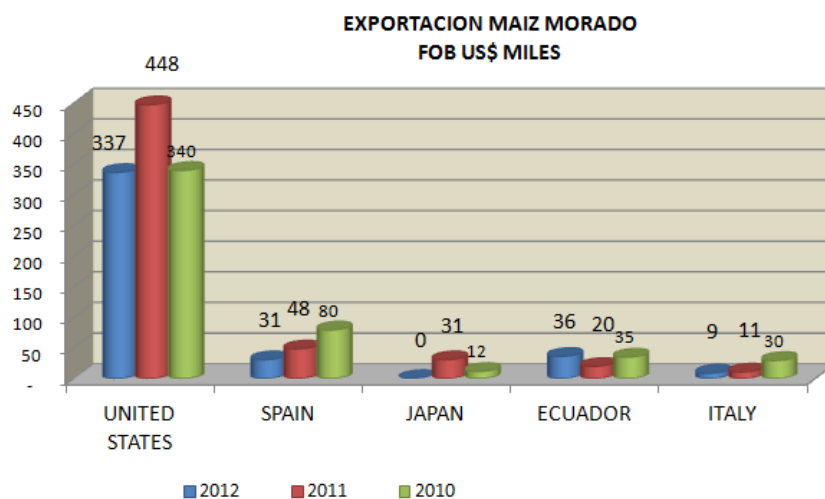
En el 2012, se ha exportado en mazorca 788 084 kg a U\$ 1,91/kg en promedio, además el valor de las exportaciones de maíz morado llegó a US\$804 mil, un 29% más que el año previo. Hasta marzo del 2013, se ha exportado 258 751 kg a un valor de venta de U\$ 1,46/ kg. Los principales países importadores son Estados Unidos 69%, Ecuador 12%, España 10%, Italia 2%, Japón 1%, Holanda 1% y resto 4 (Agrodata, 2013).

Según el presidente del Comité de Colorantes Naturales de la Asociación de Exportadores (ADEX), Daniel Nakamura Kato destacó el alto potencial de la región Arequipa para la producción de maíz morado, pero lamentablemente no se exporta en grandes cantidades. Su mayor mercado es el local que absorbe el 90% de la producción, mientras que el 10% restante es exportado.



*Figura: 5: Principales países importadores de maíz morado en el año 2012*

Fuente: Tomado de Agrodataperu. (2011).



*Figura: 6: Principales países importadores de maíz morado en los últimos años.*

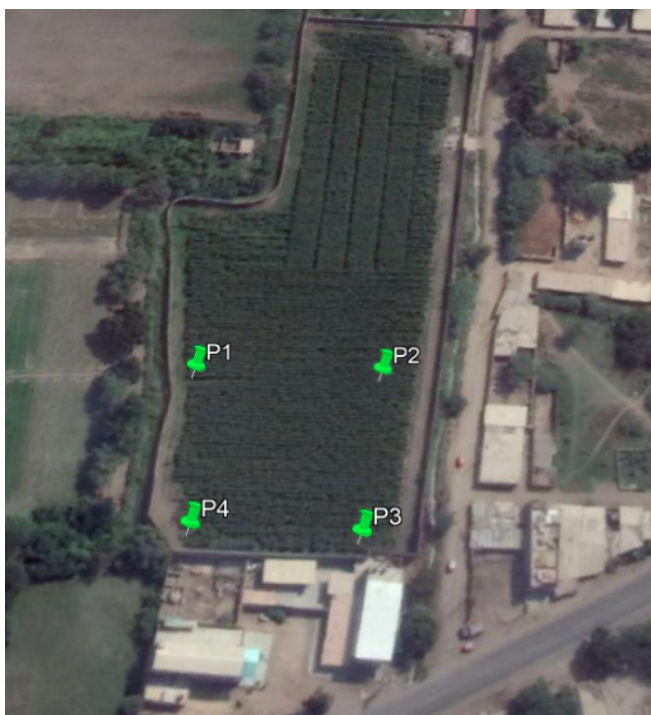
Fuente: Tomado de Agrodataperu, 2011

## MATERIALES Y METODOS

### 3.1. Área experimental

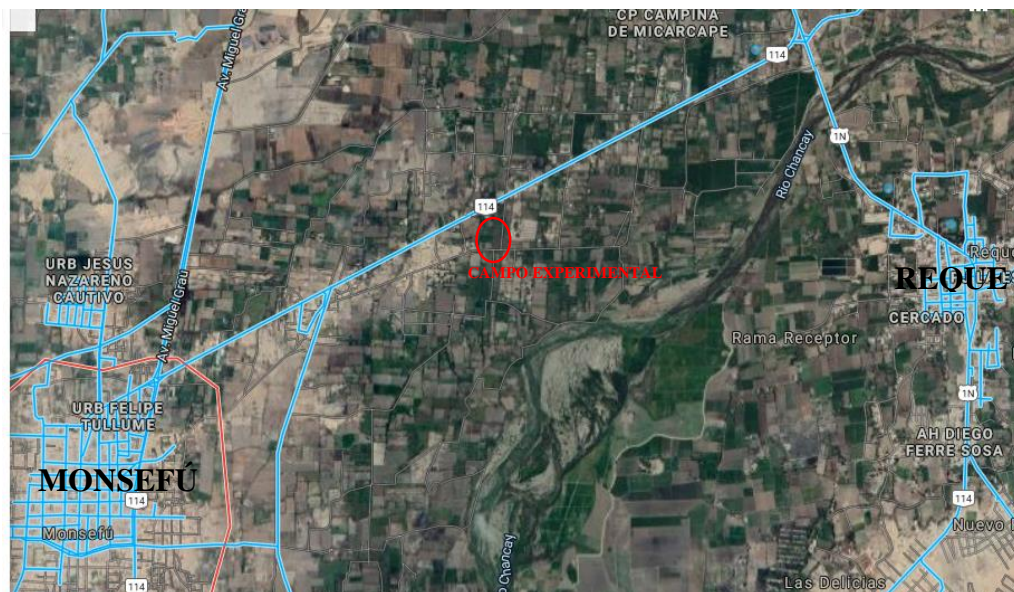
#### 3.1. Ubicación geográfica de la parcela experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo El Choloque, propiedad de la Sra. María Bustamante Pita políticamente ubicado en el Puente Cusupe – Monsefú - Provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque, aproximadamente a 1.0 Km (Figura 8). del cruce de la panamericana sur a Lima y la vía a la Ciudad de Monsefú, geográficamente ubicado a 5°10' de Latitud Sur y a 78.45' de Longitud Oeste y una altitud de 18 m.s.n.m. Con clima sub-tropical con una temperatura promedio en invierno 14-20 °C y en verano de 28 °C- 32 °C.



*Figura: 7: Vista Satelital del campo experimental en Monsefú*

Fuente: modificado de Google Heart



*Figura: 8: Mapa Físico - Político del distrito de Monsefú, mostrando ubicación del campo experimental.*

Fuente ZEE-Lambayeque Monsefú

### 3.1.1. Fisiografía y topografía:

El Valle Chancay presenta diferentes unidades fisiográficas, el paisaje de la zona de estudio corresponde a llanura aluvial (88 % del valle), sub paisaje TA-m (terraza aluvial media). **Llanura Aluvial**, son terrenos generalmente planos y con escasa gradiente (150 m. de altitud), encontrándose sólo al este de Ferreñafe ondulaciones notorias. Los suelos varían por su ubicación, al provenir de ríos diferentes (Peot 2012).

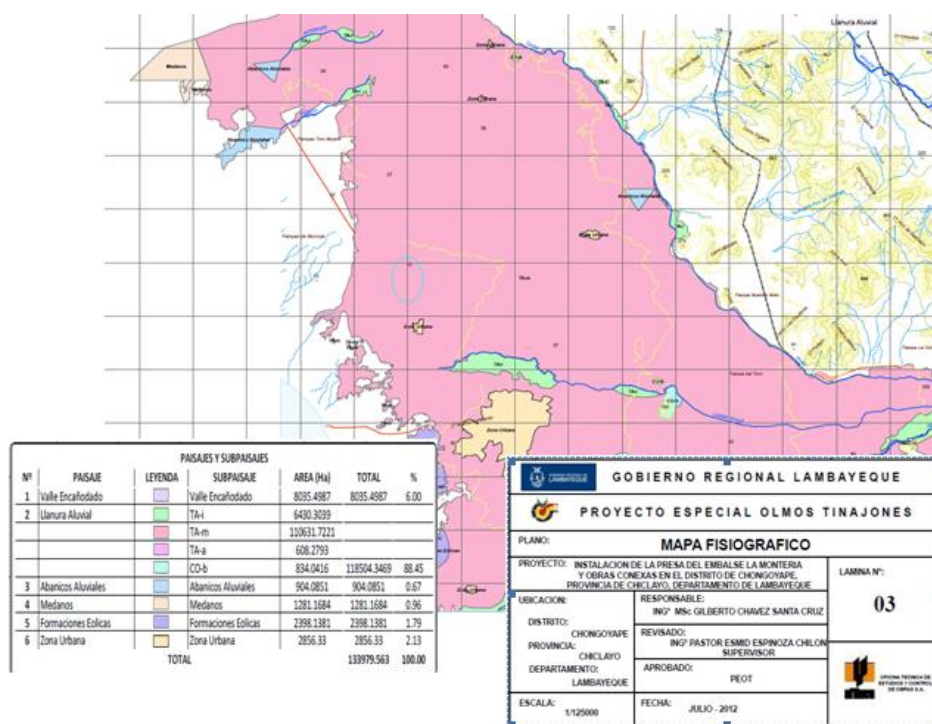


Figura: 9: Fisiografía del valle Chancay

### 3.2. Análisis de suelos

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo, pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir charcos que originen asfixia radicular (suelos de textura franca). Un buen suelo debe tener las 3M (materia orgánica, Minerales y microorganismos) en condiciones equilibradas. (Tabla 8).

#### Material de Campo para hacer calicata

- Para la ubicación de calicata se contó con GPS Navegador marca GARMIN Etrex
- Para la excavación de las calicatas se utilizó palas, picos y/o barretas.
- Para la descripción de los perfiles de suelos se utilizó cuchillo de campo, regla de 2 m, fichas de descripción de perfiles, una guía para la descripción de perfiles de suelos desarrollada por ONERN (1968) en base a los criterios expuestos en el Soil Survey,

Manual de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos y bolsas de plástico para el embalaje de las muestras de suelo a enviar al laboratorio.

Para evaluar las características físicas y químicas del suelo se tomaron muestras de calicatas del campo, para obtener la textura predominante. El muestreo se realizó a una profundidad de 0-100 cm, lugar donde se desarrolla el mayor porcentaje de las raíces para luego ser enviadas al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la U.N.P.R.G. para su respectivo análisis. Los Métodos que se utilizaron para los análisis fueron:

*Tabla 7: Métodos para el análisis de suelos*

Textura	:	Método de Bouyocuos
pH	:	Potenciómetro (Extracto de saturación).
M.O. (%)	:	Método Walkley-Black.
N. (disponible):		Método de Kjeldahl
P. (disponible) :		Método Olsen Modificado.
K. (disponible) :		Método de Olsen Extracción con Acetato Amónico
C.E.	(mmhos/cm <sup>-1</sup> )	: Conductómetro (Extracto de saturación).

Fuente: Zeña 2006, curso de titulación FAG 2012.

*Tabla 8: Límites Críticos Para Evaluar El Balance Nutricional De Los Suelos Agrícolas*

DESCRIPCION	RANGO	
<b>Materia orgánica</b>	Bajo	< 2%
	Medio	2-4 %
	Alto	>4 %
<b>Fósforo disponible: Método de Olsen</b>	Bajo	0-6.9 p.p.m.
	Medio	7-14 p.p.m.
	Alto	>14 p.p.m
<b>Potasio Cambiable en Acetato de Amonio en pH 7</b>	Bajo	0-300 kg/ha
	Medio	300-600 kg/ha
	Alto	>600 kg/ha

Fuente: Zeña 2006, curso de titulación FAG 2012

En el campo experimental se tomarán 4 sub-muestras por bloque en zigzag por repetición para luego formar una muestra compuesta de 1 kg aproximadamente, para ser analizada en la estación experimental Vista Florida.

Los resultados indican que los suelos fueron de reacción alcalina de nivel ligero a alto, con pequeña presencia de sodio intercambiable cuyos valores pueden afectar a cultivos como paltos y arándanos. Pero no a frutales como bananos mangos uvas y otros. La fertilidad es de nivel medio manifestando nutrientes como fosforo, potasio, calcio y tenores de materia orgánica baja pero que es necesario de acuerdo al cultivo que se instale. La textura para evaluar las características físicas y químicas del suelo se tomaron muestras de calicatas del campo, para obtener la textura predominante. El muestreo se realizó a una profundidad de 0-100 cm, lugar donde se desarrolla el mayor porcentaje de las raíces para luego ser enviadas al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la U. N. P. R. G. para su respectivo análisis.

*Tabla 9: Análisis Textural y Químico del Suelo Experimental Laboratorio de Suelos de La UNPRG. Lambayeque, Perú. 2016. Tomado de Peot*

M1	ANALISIS FISICO	ANALISIS QUIMICO						
	Clase	pH	M.O.	N	C.Ex10 <sup>3</sup>	P	% de saturación	K
	Textural		%	%	mmhos/cm	ppm	(%)	ppm
Media	Fr.Ar	8.03	1.46	0.075	3.7	5.1	29	129

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía “UNPRG” Lambayeque.

Los suelos son de Textura Franco Arenoso, lo cual indica que estos suelos tienen regular capacidad de retención de humedad y de nutrientes, respecto al análisis químico se encontró un pH promedio de 8.03, que corresponde a un suelo alcalino, con ligeros problemas de sales por tener un pH de 3.7mmhos/cm<sup>-1</sup>. La materia orgánica es baja, así como su nitrógeno, bajo en fósforo y en potasio.



LUGA: <b>MONSEFU</b>	SECTOR: FUNDO MAMEY	PTO N°: 72	FECHA: 29/02/2012	COORDENADAS X:626921 Y:9242455	ALTURA: 17.35 msnm	AGRICULTOR: Walter Anibal Uriarte
-------------------------	------------------------	------------	----------------------	--------------------------------------	--------------------------	---

POR EL ESTE



POR EL OESTE



POR EL NORTE



POR EL SUR





Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

# LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo Análisis      Completos      Muestra      Suelo -1  
Nombre      ~~XXXXX~~ NO      Cultivo  
Procedencia      Monsefú      Fecha Emisión      31/01/2018

Muestras	Extracto saturado						Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec mhos/cm	M.O %	P ppm	K ppm	Calcar. %	Ao.	Lo	Ar	
Muestra -1	7.80	5.96	1.60	7.60	322	1.47	53	25	22	Fo Ar Ao

Muestras	% de Saturac.	C. elec mhos/cm	Sodio Intercamb.	CIC	PSI %	Tipo de Suelo	Yeso Agrícola
			meq/100 grs	meq/100 grs			tons/ha/año
Muestra -1	39.47	5.96	0.782	8.401	9.308	Salino	1.25

Resultado : reacción alcalina y nivel ligero alto ,con pequeña presencia de sodio intercambiable,cuyos valores pueden afectar a cultivos sensibles como paltos y arandanos, pero no a frutales como bananos, mangos ,uvsa y otros.La fertilidad es de nivel medio presentando nutrientes como fósforo,potasio, calcio y tenor de materia orgánica,pero que es necesario fortalecer de acuerdo al cultivo que se instale. La textura franco arcillo arenosa es de mediana a alta retención de humedad.

ING DANTE BOLIVIA DIAZ  
Jefe Laboratorio de Química y Suelos.

### **3.3. Condiciones climáticas**

Clima en condiciones normales, las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como DESÉRTICO SUBTROPICAL Árido, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humbolt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos. La temperatura en verano fluctúa Según datos de la Estación Reque entre 25,59 ° C (Dic) y 28, 27° C (Feb), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C. La temperatura mínima anual de 15.37°C, en el mes de Setiembre, con la influencia de las demás estaciones. y con una temperatura media anual de 21°C. Presenta una Humedad Relativa promedio anual de 80%.

#### **3.3.1. Temperatura.**

Es el elemento del clima que tiene gran importancia para el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de los cultivos, ya que afectan el crecimiento celular y el acorta el ciclo de vida de las plagas. Los datos meteorológicos fueron tomados de la estación.

Las temperaturas promedio durante los meses de conducción experimental fueron de 25.81 °C, 21.88 °C y 17.95 °C para la temperatura máxima, media y mínima, respectivamente, que están ligeramente (temperatura máxima) por encima del óptimo para el desarrollo del cultivo de maíz, que es de 22 °C.

#### **3.3.2. Humedad Relativa.**

Durante la conducción experimental se observó que la máxima humedad relativa en los meses de mayo y junio con 92.7 % y 93.4% % de humedad, en cambio la menor correspondió al mes de febrero con 88.8% de humedad y un promedio experimental de 91.43%, considerando estos valores apropiados para el desarrollo del cultivo.

### 3.3.3. Velocidad del viento.

La máxima velocidad se observó en enero con 22 m/hora. Mientras la menor velocidad mínima se obtuvo en junio con 18 m/hora, valores que promueven la dispersión de los granos de polen (Tabla 10).

Tabla 10: Datos climatológicos observados durante la conducción experimental.

Meses	Temperaturas			Humedad relativa (%)		Velocidad viento m/h	
	Max	Avg	Min	Max	Min	Max	Min
Año 2019							
Ene-18	28.3	23.7	19	90.1	46.5	22	3.6
Feb-18	29.3	24.8	20.3	88.8	47	19.2	3.2
Mar-18	28.3	23.7	19.1	92.5	49.4	19.7	3.4
Abr-18	27.8	23.4	18.9	92	49.6	19.7	2.9
May-18	24.7	21	17.4	92.7	55.7	21.1	5.6
Jun-18	22.7	19.7	16.6	93.4	61.8	18	4.9
Jul-18	22.6	19.6	16.4	91.4	59.8	19.2	5.2
Ago-18	22.7	19.3	15.8	90.5	56.7	19.4	4.7
<b>Promedio</b>	<b>25.81</b>	<b>21.88</b>	<b>17.95</b>	<b>91.43</b>	<b>53.31</b>	<b>19.79</b>	<b>4.19</b>

Fuente: Estación. Lambayeque-2019

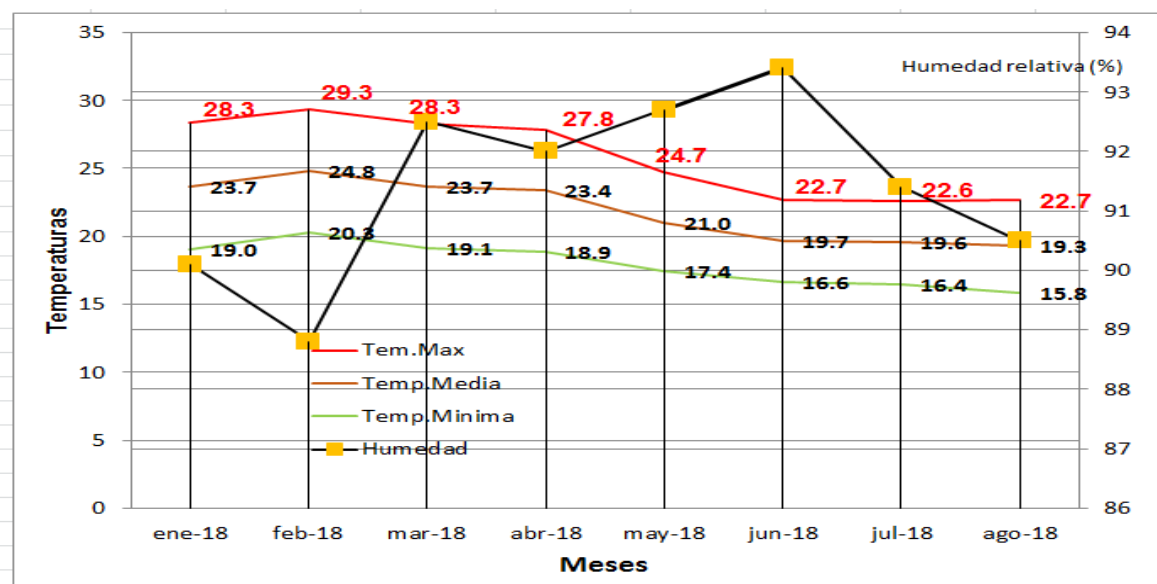


Figura: 10: Datos climatológicos durante la conducción experimental

### 3.4. Descripción del Material Experimental

#### Adaptación agroecológica

La variedad INIA 601 tiene buena adaptación en la costa, también, se adapta en la selva peruana

### 3.5. Caracterización climática y ecológica de Costa Norte.

#### 3.5.1. Caracterización climática y ecológica regional de Lambayeque

##### a. Caracterización Climática.

Una visión amplia de la ecología de la Región de Lambayeque, basada en las Zonas de Vida. Para su determinación se utilizó el Diagrama Bioclimático del Sistema de Clasificación del Dr. Leslie R. Holdridge. Los parámetros bioclimáticos que caracterizan a la zona de estudio, tales como, la precipitación total anual (mm) y la temperatura máxima y mínima anual (°C) (Figura 11), así como, la lectura de la Relación de Evapotranspiración Potencial que determinan las provincias de humedad. Luego la lectura de los pisos altitudinales y regiones latitudinales y finalmente el análisis del tipo de vegetación presente (Tabla 12).

Departamento : LAMBAYEQUE      Provincia : LAMBAYEQUE      Distrito : LAMBAYEQUE

Latitud : 6°43'53.5"      Longitud : 79°54'35.41"      Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica      Código : 106108

AÑO 2019	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
Ene- 18	23.9	17	82.5	0
Feb - 18	23.2	17.2	S/D	0
Mar - 18	23.3	16.6	81.2	0
Abr - 18	24	16.1	79.1	0
May - 18	24.7	17	79.6	0
Jun - 18	25.2	17.1	79.8	0
Jul - 18	24.1	16.9	84.4	0.3
Ago – 18	22.9	16.3	85.1	0
Set - 18	23.2	16.9	79.8	0
Oct - 18	23.1	15.5	81.7	0
Nov - 18	22.9	14.5	82.6	0
Dic - 18	22.8	16	87.7	0

*Figura: 11: Temperatura, humedad relativa y Precipitación en la región Lambayeque*

*Tabla 11: Temperaturas y precipitación según Estaciones meteorológicas, región Lambayeque*

Estación	Altitud (msnm)	Temperatura Media Anual (°C)	Precipitación Total Anual (mm)
Cerro de Arena	70	23.9	55.9
Morrope	18	22.3	-
Lambayeque	38	22.1	25.4
Ferreñafe	64	23	28.9
Vista Florida	37	22.4	22.7
Reque	21	21.1	15.9
Pucala	85	23	40.5
Sipan	110	23.6	52.6
Cayalti	102	23.3	53.8
Jayanca	102	23.9	68
Motupe	152	24.3	99.5
Tinajones	218	24.1	131.7
Oyotun	221	23.5	154.6
Olmos	226	24.9	171.9
Puchaca	355	23	213.4
Incahuasi	3078	10.7	477.6
Cueva Blanca	2900	-	1012.7
Tocmoche	1450	-	864
Pucara	1061.6	-	538.6
El Limón	1133	-	331
Porculla	2169	-	1125.4

Fuente: Gobierno regional de Lambayeque 2014

#### b. Caracterización ecológica.

Por su posición geográfica, Lambayeque presenta una inconmensurable belleza de paisajes, reflejándose en una altísima biodiversidad que se manifiesta en sus más diversas formas y modos de vida. El territorio de Lambayeque comprende 14 de las 84 zonas de vida existentes en el Perú, siete de las cuales, corresponden a la región costera y las siete restantes a la región andina, siendo el desierto desecado pre montano tropical, el que sobresale por su mayor superficie, y con menor

extensión el páramo pluvial subalpino tropical, cada uno con 25% y 0.2% respectivamente (Ochoa, 2012).

Presenta 12 sistemas ecológicos, dentro de ellos el humedal de Eten y el páramo presentan un alto grado de fragilidad y a su vez poseen gran importancia; el primero, que a pesar de presentar una menor extensión, es importante por la biodiversidad que alberga tanto en flora como en fauna, siendo para estas últimas un espacio vital para su descanso y alimentación “zona de paso”. El segundo, que aun siendo una zona poco estudiada, es de suma importancia por la ubicación geográfica que posee y los servicios ambientales que brinda, además es considerada cabecera de cuenca.

Además de la vulnerabilidad ecológica y la fragilidad del ecosistema, la riqueza del medio biológico del departamento de Lambayeque radica en la presencia de un gran número de endemismos de especies de flora y fauna. Se reportan en el departamento un total de 1041 especies de flora y 533 especies en fauna, de las cuales casi el cincuenta por ciento del total de especies se encuentran dentro de alguna de las categorías de amenaza definidas por el Estado y/o por la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Lambayeque cuenta con cinco Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la zona continental y dos Islas que pertenecen al Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, integradas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE); así tenemos: un Área de Conservación Privada (Chaparrí), dos Áreas de conservación Regional (Huacrupe-La Calera y Moyán Palacio), un Santuario Histórico (Bosque de Pómac), un Refugio de Vida Silvestre (Laquipampa) y dos Reservas Nacionales (Islas Lobos de Tierra y Lobos de Afuera) (Tabla 12 y 13).

*Tabla 12: Zonas de vida de la Región Lambayeque*

Zonas de Vida	Simbolo	Altitud (m)	Temperatura Anual Media	Precipitacion Total Anual (mm)
Desierto desecado - Premontano Tropical	dd - PT	0 - 500	21 - 23	<30
Desierto superarido - Premontano Tropical	ds - PT	25 - 400	23 - 23.6	30 - 50
Desierto superarido - Tropical	ds - T	50 - 75	24	50 - 100
Desierto prerarido - Premontano Tropical	dp - PT	150 - 600	23 - 24.3	50 - 100
Matorral desertico - Tropical	md - T	150 - 350	23.5 - 24.9	100 - 200
Monte espinoso - Premontano Tropical	md - PT	200 - 500	23 - 24	150 - 200
Bosque Seco - Premontano Tropical	mte - PT	500 - 1500	21 -23	200 - 450
Matorral desertico - Premontano Tropical	bs - PT	1500 - 2000	19 - 21	500 - 550
Bosque humedo - Montano Bajo Tropical	bh - MBT	2500 - 3000	13 - 15	600 - 1000
Bosque humedo - Montano Tropical	bh - MT	3000 - 3500	Dic-13	500 - 1000
Bosque muy humedo - Montano Tropical	bmh - MT	3500 - 3800	7-Dic	1000 - 1200
Paramo Pluvial - Subalpino Tropical	pp - Sat	>3800	7	1200

Fuente: Gobierno regional de Lambayeque (2014)



*Tabla 13: Superficie por zona de vida*

	Símbolo	Superficie (ha)	%
REGION ANDINA	bh - MBT	21351.34	1.44
	bh - MT	8010.38	0.54
	bmh - MT	24190.5	1.63
	bs - MBT	34413.81	2.32
	bs - PT	32423.97	2.18
	ee. MBT	991.02	0.07
	pp - SaT	991.02	0.07
	dd - PT	371926.26	25.05
	dp - PT	100725.77	6.78
REGION COSTERA	mte - PT	100341.68	6.76
	md - PT	278433.85	18.75
	md - T	102247.95	6.89

Fuente: Gobierno regional de Lambayeque (2014)

### **3.5.2. Caracterización de la Agricultura en Lambayeque**

BCR (2014) La ubicación estratégica de Lambayeque, como zona de confluencia de flujos económicos y poblacionales provenientes de la costa, sierra y selva, ha determinado la alta importancia de la actividad comercial en el departamento, con una significación del 26,7 por ciento en el VAB total. Asimismo, la vocación agrícola de sus pobladores y la tradición agroindustrial, reflejada en la existencia de varias empresas azucareras y numerosos molinos de arroz, explica la importancia conjunta de la agricultura y la manufactura en la estructura productiva departamental. La agricultura, representa el 8.8 % del PBI regional, se ha desarrollado históricamente con base a la siembra de cultivos transitorios y permanentes.

Los cultivos transitorios: arroz (50,000 has, maíz amarillo duro (25,000 has) y algodón (5500 has que significan, conjuntamente, la instalación de alrededor de 100 mil hectáreas.

Los cultivos permanentes: caña de azúcar (45,000 has), limón (5,000 has), mango (3500 has) y maracuyá (2,500 has)

En la región son aprovechadas 177 mil hectáreas bajo riego, de un potencial agrícola de 270 mil hectáreas.

### **3.6. EJECUCION DEL EXPERIMENTO**

#### **3.6.1. LABORES AGRONOMICAS**

El cultivo de maíz, por ser exigente en nutrientes, se recomienda sembrarlo en terrenos que se han cosechado leguminosas u otros cultivos que no sea maíz, en la presente tesis se realizaron en un área donde anteriormente se sembró maíz Megahibrido.

##### ***1. Preparación de terreno***

Se hizo mediante labores mecánicas con el uso de rastra de discos anclado a un tractor a una profundidad 30 cm para dar las condiciones físicas ideales y las raíces puedan penetrar más profundamente y puedan aprovechar mejor el agua y los nutrientes, y el suelo pueda almacenar de una manera eficiente el agua. La preparación se realizó en suelo a punto, para lo cual se empleó un tractor, para rayar y surcar el suelo y darle al suelo las condiciones para que la planta se desarrolle mejor.

##### ***2. Siembra***

Se realizó la siembra después de cinco días, cuando el terreno estuvo a punto. La siembra se realizó depositando 3 - 4 semillas por golpe a una profundidad de 6 - 8 cm. y en hileras a una distancia de 75 cm. en donde se colocó la semilla distanciados a 25 cm. La semilla previamente fue tratada con Orthene (acefato), a la dosis de 50 gramos del producto por 25 kilos de semilla, es un insecticida que controla a las plagas que atacan las semillas y las plántulas.

Las plántulas empezaron a emerger cinco días después de la siembra y al sétimo día aparecieron casi en su totalidad.

### ***3. Desahije***

Se efectuó con la finalidad de dejar igual número de plantas por golpe, esta labor se realizó también para eliminar plantas indeseables y dejar las mejores conformadas, se efectuó a los 20 días de haber emergido la planta, cuando tenía unos 20 a 30 cm de altura, dejando dos plantas por golpe, esto con el fin de que la competencia sea uniforme entre las plantas.

El aporque en este caso se realizó cuando las plantas tenían una altura de 40 cm de altura, con el objeto de dale mejor anclaje a la planta, mejorar la absorción de nutrimentos, agua y eliminar las malezas.

### ***4. Riegos***

Se realizaron de acuerdo a la demanda del cultivo (capacidad de campo). Por lo general los riegos fueron frecuentes cada 8 o 10 días con sistema de riego por gravedad, manteniendo siempre la humedad necesaria del suelo, procurando el buen uso y distribución del agua.

### ***5. Control de Malezas y Control de Plagas***

#### **a) Control de Malezas**

Se realizó en forma manual, oportuna y a lampa durante el período crítico de competencia con el maíz (30 días aproximadamente después de la siembra). En cuanto a la presencia de malezas, las de mayor importancia fueron: "coquito" (*Cyperus rotundus*) y la maleza más agresiva fue: Cadillo "*Bidens pilosa* L" y otras malezas de hoja ancha de relativa importancia a los 15 días de haber sembrado, eliminando malezas gramíneas, ciperáceas de hoja ancha, tanto anuales como perennes esto se efectuó en malezas en pleno desarrollo antes de emerger el maíz.

## b) Control de Plagas

Las semillas antes de ser sembradas, fueron tratadas con Orthene (4.0 g/Kg. de semilla) para prevenir gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*), gusano de tierra (*Prodenia spp*) y grillos (*Gryllus assimilis*).

Durante las etapas de crecimiento se tuvo cuidado en el control de plagas, especialmente control químico previas evaluaciones entomológicas.

A los 20 días después de la siembra se aplicó Orthene (acefato), para el control de larvas de lepidópteros, especialmente el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) considerado como el de mayor importancia durante el desarrollo del experimento.

## 6. Fertilización

Se realizó a piquete una vez germinado el maíz y cuando tiene de 2 a 4 hojas extendidas se realizó la primera fertilización de acuerdo al análisis de suelo. La primera fertilización se realizó a los 10 días después de la siembra con aplicación de Urea, Superfosfato triple y Sulfato de potasio cuyos compuestos contienen nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Las dosis de fertilización fueron 180-80-80 por hectárea (tabla 14).

Tabla 14: Total fertilizante requerido

Fertilizante requerido	Contenido	1er. Abonamiento	2do. Abonamiento
Urea/ha	391.30 Kg/ha	195.65 Kg/ha	195.65 Kg/ha
Superfosfato Triple	173.90 Kg/ha	Todo el Superfosfato Triple	0
Sulfato de Potasio	160.70 Kg/ha	80.35 Kg/ha	0

La aplicación se realizó en forma fraccionada: 50% a la emergencia (10 días después de la siembra) y 50% restante a los 35 días después de la siembra, de acuerdo a las dosis consideradas en el diseño.

### **7.- Aporque**

Se llevó a cabo cuando las plantas estuvieron a la altura de 40 cm de altura, con la finalidad de estimular el enraizamiento, y darles una mejor estabilidad un anclaje, para mejorar la absorción del agua y su nutrición. Se aprovechó para eliminar las malezas presentes, Cadillo (*Bidens pilosa* L), Coquito (*Cyperus rotundus*). La maleza con mayor presencia fue el Cadillo.

### **8. Cosecha**

Se efectuó cuatro meses después de la siembra, se aplicó la metodología de cosecha utilizada en la selección masal estratificada, para lo cual antes de la cosecha, con el uso de cordeles se formaron unidades básicas de selección de tamaño 4 x 5 golpes dando 20 golpes x 2 plantas, con un total de 40 plantas, donde se seleccionó las dos plantas con mayor intensidad de color, y de estas las 2 de mejor aspecto (uniformidad, tamaño e intensidad de selección), se formaron 40 unidades básicas.

## **3.7. METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN**

Para la aplicación del método de selección, se contó con un lote de maíz, sembrado a igual competitividad (siembra estratificada), de tal modo que las diferencias que se observen sean debidas a factores genéticos. Las labores de campo desde la siembra a la cosecha fueron en lo posible los más uniformes posibles en toda el área. A la cosecha se formaron unidades básicas (lote de 4 hileras x 5 golpes), con la ayuda de cordeles, con el objeto de controlar la heterogeneidad del suelo experimental, se seleccionaron las mejores plantas pigmentadas o de mazorca simple en todas las unidades básicas

Para determinar la frecuencia de plantas prolíficas, se utilizó el Estimador Proporcional (P), que se basa en: Si A unidades del total N, poseen cierto atributo o pertenecen a cierta categoría A (plantas prolíficas), La Proporción Poblacional (P) de tales unidades es:

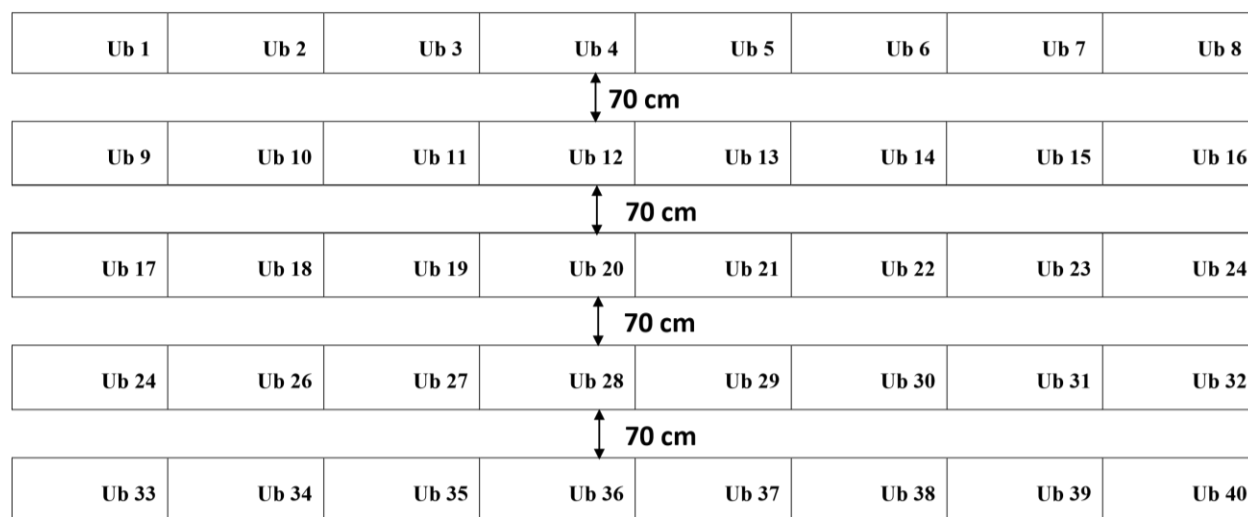
$$P = A/N \text{ (Exebio, 1990)}$$

$$P = 2/20 * 100 = 10 \%$$

### 3.7.1. Características del campo experimental

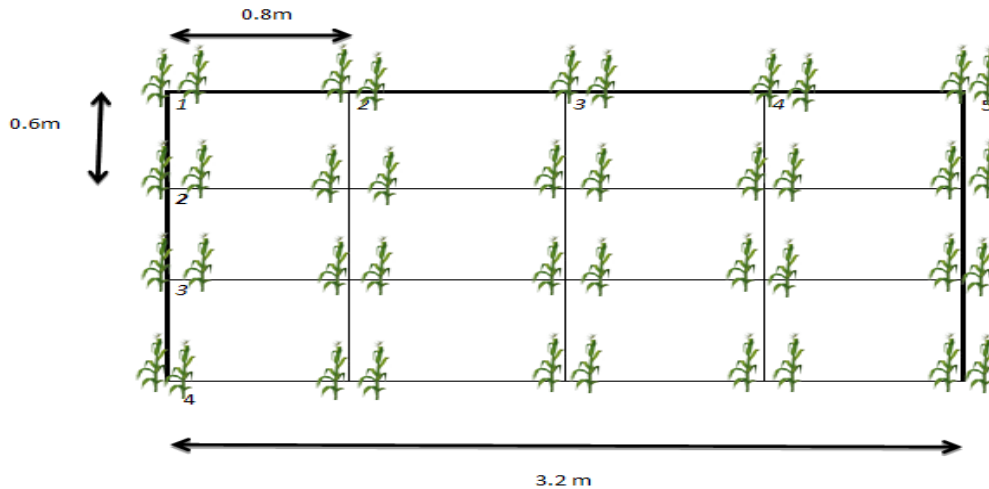
El campo estuvo representado por una hectárea de maíz morado y área de selección por 40 unidades básicas de selección (en el centro del campo)

Dividir el lote en 40 lotes más pequeños o sub lotes (unidades de selección) (Figura 13)



*Figura: 12: Croquis de la unidad experimental*

### Descripción de una Unidad Básica de selección (dimensiones)



$$\text{Área neta del experimento} = 11747.2 \text{ m}^2$$

Dimensiones:

$$\text{Área de 1 golpe} = 0.60\text{m} \times 0.8 \text{ m} = 0.48 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de la unidad básica } 0.48\text{m}^2 \times 20 = 9.6 \text{ m}^2$$

Número de unidades básicas = 40

$$\text{Área seleccionada} = 182 \times 9.6 \text{ m}^2 = 1747.2 \text{ m}^2$$

Cada sub lote (UB) consta de 4 surcos x 5 golpes, dos plantas por golpe

Donde:

\* = Golpe con dos plantas

A = Plantas prolíficas por unidad básica

N = Número total de plantas en la unidad básica

P = Proporción Poblacional (Estimador estadístico)

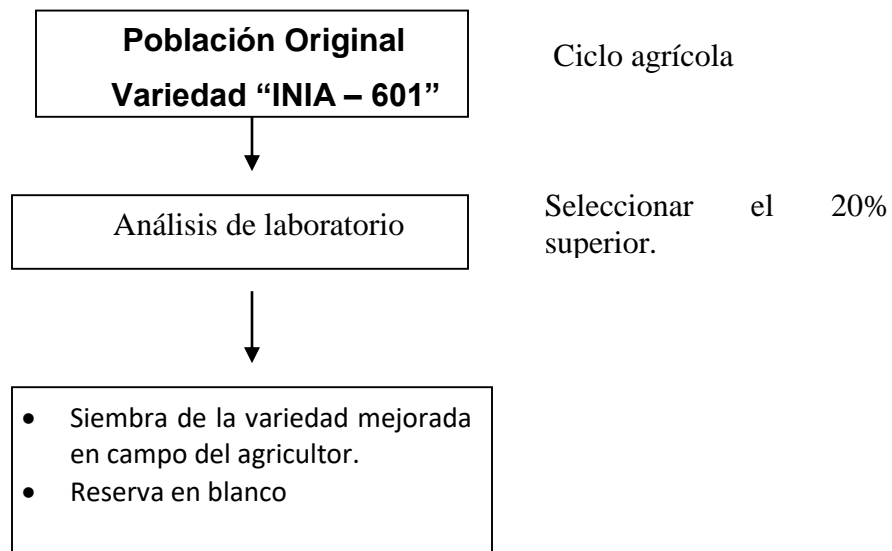
Una unidad básica o sub lote consta de: 4 surcos x 5 golpes (2 plantas x golpe) = 40 plantas

Para Gardner, la selección estratificada comprende los siguientes pasos:

- Utilizar un lote de aproximadamente un cuarto a media hectárea de extensión, el cual puede mantenerse en completo aislamiento.
- Al sembrar la semilla de la población escogida, fue colocada dentro de cada golpe 4 granos, distanciados entre si 25 centímetros.

- Después del raleo de plantas, sólo quedó dos plantas por golpe.
- En esta forma se tuvo un lote aislado, en el cual crecen en competencia más de 3000 plantas.
- En el momento de la cosecha se estratificó el lote en parcelas de 4 surcos x 5 golpes, tratando de que en cada parcela (unidad básica) hayan 40 plantas
- Dentro de cada estrato fueron seleccionadas las mazorcas de las 2 plantas de mejor apariencia agronómica, identificándolas en tal sentido que sea factible determinar su peso individual, después de haberlas secado a humedad constante.
- Al finalizar el proceso de pesaje y la selección, la muestra escogida constó de 80 mazorcas.
- De cada una de las mazorcas desgranadas, se cuenta igual número de semillas, las que empacadas en una bolsa, formarán un compuesto balanceado, para utilizar en la siembra del siguiente ciclo de selección.
- Para efectos de evaluación y material de reserva, se prepara otras dos mezclas balanceadas, las cuales se mantienen para futuras evaluaciones.

### CONDUCCIÓN EXPERIMENTAL





### 3.7.2. Características evaluadas

- Intensidad del color (grado 1 a 5)
- Contenido de antocianinas en 2 mazorcas seleccionadas y 2 testigos.
- Longitud de mazorca.
- Diámetro de mazorca.
- Número de Hileras por mazorca
- Número de Granos por hilera

El contenido de antocianinas se evalúa de manera indirecta usando el método de color valúe test; el cual The Ministry of Health and Welfare (2000), le ha dado el nombre a la prueba que sigue las normas de procedimiento de la FAO (1978), citada por Saux (1980), para medir la intensidad de color en un alimento por determinación de la absorbancia. De este modo, la intensidad de color sugiere una cantidad del pigmento en un alimento, reportado por Justiniano Erasmo (2010)



#### Leyenda de la escala:

- Grado 1: MUY BAJO
- Grado 2: BAJO
- Grado 3: NORMAL
- Grado 4: ALTO
- Grado 5: MUY ALTO

### 3.8. Análisis de la Absorbancia

#### 3.8.1. Materiales de campo y equipo de laboratorio

Corontas de maíz Morado y papel filtro,

##### A. Coeficiente de Variabilidad.

El cociente  $\sigma/\mu$  se denomina coeficiente de variación, Cuando se expresa en porcentaje  $100\sigma/\mu$  se llama a veces porcentaje de error. Un coeficiente de variación de 3% implica que  $\sigma$  es el 3% de la media  $\mu$  (Box y Hunter 2008).

**Martinez (1995)**, con el fin de determinar la precisión o la información suministrada por los diseños bajo estudio mediante el valor del coeficiente de variación adopta la siguiente escala convencional que considera aceptable para cultivos anuales, como el algodónero la cual es como sigue:

*tabla 15: Precisión del coeficiente de variación*

<b>Coeficientes de variación</b>	<b>Precisión</b>
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

**Toma y Rubio (2008)**, indican que es una medida de dispersión relativa que se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética de un conjunto de observaciones. Si se desea expresar en porcentaje el coeficiente mencionado se multiplica por 100.

*tabla 16: Grados de variabilidad del coeficiente de variación*

<b>CV</b>	<b>Grado de Variabilidad</b>
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

**Martínez, O.R. (1995)**. Coeficientes de variabilidad Agronomía Tropical. 81-95 pp.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

#### **4.1.1. Absorbancia de la Coronta Planta seleccionada A (A-anto mg/100g)**

##### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia del contenido de antocianinas de la Coronta en la población A, teniendo una media de 1900.3 mg/100g, una mediana de 1845.0 mg/100g y una moda de 1845.0 mg/100g, valores semejantes indicando que el contenido de antocianinas de la Coronta tiene una distribución normal.

##### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo fue de 18581.5 mg/100g<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

##### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es negativa con un valor de -0.43 mg/100g, que es menor que cero, por lo que la distribución es asimétrica negativa, es decir, hay mayor peso a la derecha de la distribución (CANAVOS, 1993).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para el contenido de antocianinas es negativa con un valor de -0.59 mg/100g, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. (Canavos, 1988)

#### **4.1.2. Contenido de antocianinas de la Coronta del testigo T1**

##### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia del contenido de antocianinas de la Coronta en la población A, teniendo una media de 1731.2 mg/100g, una mediana de 1722.0 mg/100g y una moda de 1722.0 mg/100g, valores semejantes indicando que el contenido de antocianinas de la coronta del testigo T1 tiene una distribución normal.

##### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 3748.8 mg/100g <sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

##### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es positiva con un valor de 0.32 mg/100g, que es mayor que cero, por lo que la distribución es asimétrica positiva, es decir, hay menor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es negativa con un valor de -0.70 mg/100g, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

#### **4.1.3. Absorbancia de la Coronta de planta seleccionada A**

##### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de la Absorbancia de la Coronta en la población A, teniendo una media de 2.7029 nm, una mediana de 2.6242 nm y una moda de 2.62421 nm, valores semejantes indicando que la absorbancia de la coronta de la planta A seleccionada tiene una distribución normal.

#### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 0.0376 nm<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

#### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es negativa con un valor de -0.43 nm, que es menor que cero, por lo que la distribución es asimétrica negativa, es decir, hay mayor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es negativa con un valor de -0.59 nm, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

#### **4.1.4. Absorbancia de la Coronta del testigo T1**

##### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de la Absorbancia de la Coronta del testigo T1, teniendo una media de 2.4624 nm, una mediana de 2.4493 nm y una moda de 2.44926 nm, valores semejantes indicando que la Absorbancia de la Coronta del testigo T1, tiene una distribución aproximadamente normal.

### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 0.0076 nm<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población testigo T1, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es positiva con un valor de 0.32 nm, que es mayor que cero, por lo que la distribución es asimétrica positiva, es decir, hay menor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es negativa con un valor de -0.70 nm, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

## **4.1.5. Numero de Hileras en la planta A**

### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia del número de hileras en la población seleccionada A, teniendo una media de 9.775 hileras, una mediana de 10.0 hileras y una moda de 10.0 hileras, valores semejantes indicando que el número de hileras tiene una distribución normal.

### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 1.820 hileras<sup>2</sup>, valor que muestra poca dispersión en la población, lo que denota la escasa variabilidad genética en el material experimental, debido a que es un atributo determinado por factores genéticos (Tabla 17).

## **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es positiva con un valor de 0.17 hileras, que es mayor que cero, por lo que la distribución es asimétrica positiva, es decir, hay menor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es negativa con un valor de -0.71 nm, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

### **4.1.6. Numero de granos por hilera en la planta seleccionada A**

#### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de numero de granos por hilera en la población A, teniendo una media de 28.675 granos por hilera, una mediana de 29.000 granos por hilera y una moda de 30.0 granos por hilera, valores semejantes indicando que el número de granos por hilera tiene una distribución normal.

#### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 16.174 granos por hilera<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

#### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es positiva con un valor de 0.18 granos por hilera, que es mayor que cero, por lo que la distribución es asimétrica positiva, es decir, hay menor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).



El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es negativa con un valor de -0.24 gramos por hilera, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica Canavos, (1988).

#### **4.1.7. Peso de una mazorca en la población seleccionada A**

##### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de peso de una mazorca en la población A, teniendo una media de 136.60 gramos, una mediana de 137.50 gramos y una moda de 110 gramos, valores divergentes, Indicando que el peso de mazorca tiene una distribución aproximadamente normal.

##### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 1286.40 gramos<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

##### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es negativa con un valor de -0.60 gramos, que es menor que cero, por lo que la distribución es asimétrica negativa, es decir, hay mayor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es positiva con un valor de 1.32 gramos, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

#### **4.1.8. Longitud de mazorca en la planta seleccionada A**

##### **Medidas de localización**

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de la longitud de mazorca en la población A, teniendo una media de 16.637 cm, una mediana de 16.750 cm y una moda de 17 cm, valores semejantes indicando que la longitud de mazorca tiene una distribución normal.

##### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 4.243 cm<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

##### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es positiva con un valor de 0.84 cm, que es mayor que cero, por lo que la distribución es asimétrica positiva, es decir, hay menor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es positiva con un valor de 1.48 cm, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

#### **4.1.9. Número de hileras por mazorca en la población seleccionada B**

##### **Medidas de localización**

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia del número de hileras en la población B, teniendo una media de 9.750 hileras por mazorca, una mediana de 10.0 hileras por mazorca y una moda de 8, 10 hileras por mazorca, valores semejantes indicando que el número de hileras tiene una distribución normal.

### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 3.526 hileras<sup>2</sup>, valor que muestra poca dispersión en la población B, por tratarse una variable determinada por factores genéticos, lo que denota la poca variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es positiva con un valor de 1.24 hileras, que es mayor que cero, por lo que la distribución es asimétrica positiva, es decir, hay menor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es positiva con un valor de 1.94 hileras, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

#### **4.1.10. Numero de granos por hilera en mazorcas de la población seleccionada B**

### **Medidas de localización**

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de los granos por hilera en mazorcas en la población B, teniendo una media de 26.150 hileras, una mediana de 25.500 hileras y una moda de 24 hileras, valores semejantes indicando que Los granos por hilera en la población B tiene una distribución normal.

### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 20.233 granos<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es negativa con un valor de -0.23 gramos, que es menor que cero, por lo que la distribución es asimétrica negativa, es decir, hay mayor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es negativa con un valor de -0.41 gramos por hilera, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

#### **4.1.11. Peso de mazorca en la población seleccionada B**

##### **Medidas de localización**

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de peso de una mazorca l en la población B, teniendo una media de 135.75 gramos, una mediana de 137.00 gramos y una moda de 97,117,124 y 158 gramos, valores semejantes indicando que el peso de mazorca de la población B tiene una distribución normal.

##### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 1157.17 gramos<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es negativa con un valor de -0.01 gramos, que es menor que cero, por lo que la distribución es asimétrica negativa, es decir, hay mayor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es negativa con un valor de -0.37 gramos, como el valor es menor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

#### **4.1.12. Longitud de mazorca en la población seleccionada B**

##### **Medidas de localización**

Estas medidas indican alrededor de que valor se agrupan los datos, generando valores representativos de las observaciones.

En la Tabla 17, se dan los resultados de la estadística descriptiva y distribución de frecuencia de la longitud de mazorca en la población B, teniendo una media de 16.313 cm, una mediana de 16.0 cm y una moda de 16 cm, valores semejantes indicando que la longitud de mazorca tiene una distribución normal.

##### **Medidas de variabilidad**

La varianza en el presente trabajo es 9.111 cm<sup>2</sup>, valor que muestra dispersión en la población, lo que denota la variabilidad genética en el material experimental (Tabla 17).

##### **Medidas de Forma**

El coeficiente de asimetría (Skewness), en el presente trabajo es positiva con un valor de 3.25 cm, que es mayor que cero, por lo que la distribución es asimétrica positiva, es decir, hay menor peso a la derecha de la distribución Canavos, (1988).

El coeficiente de apuntamiento o Kurtosis para absorbancia es positiva con un valor de 16.36 cm, como el valor es mayor de 3, la distribución es relativamente plana o platicúrtica. Canavos, (1988).

*Grafico 1: Absorbancia de la población A*

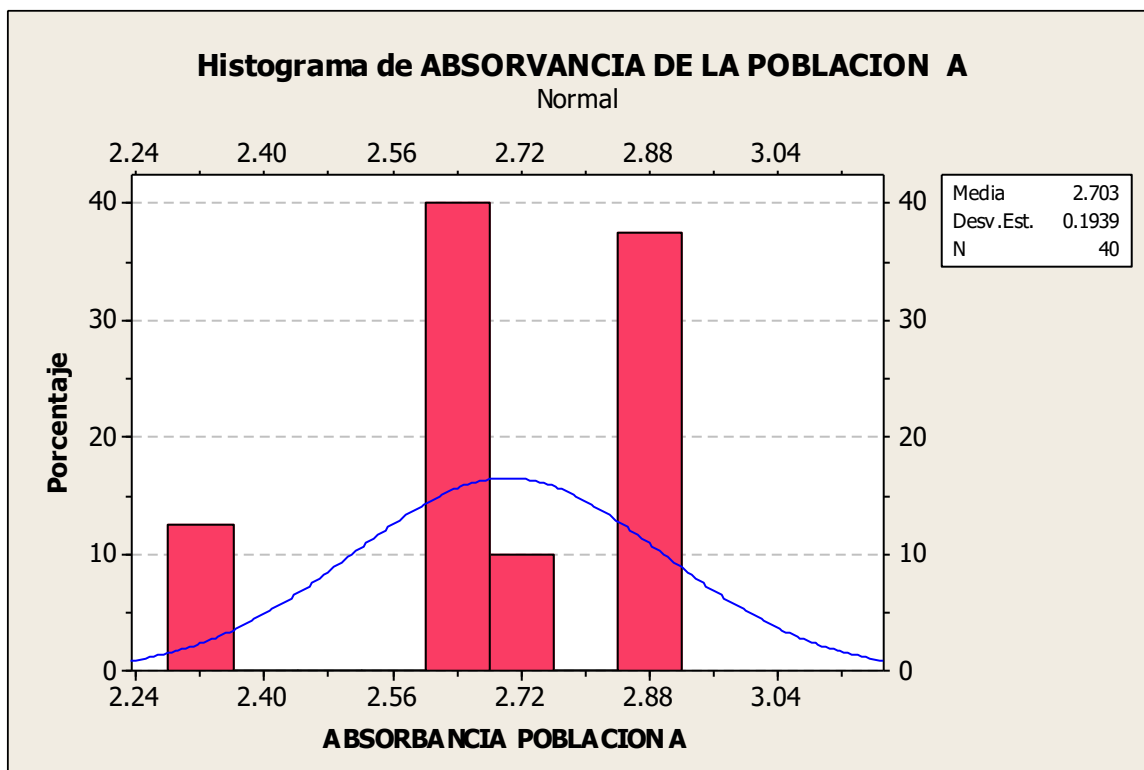


Tabla 17: Estadísticas descriptivas para las evaluaciones

Variable	N	Media	Desv. Est.	Varianza	Coef Var	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Modo	moda	Asimetría	Kurtosis
A	40	4.635	0.3325	0.1105	7.17	4	4.5	4.5	5	5	4.5	16	-0.43	-0.59
B	40	4.8175	0.3088	0.0953	6.41	3.5	4.5	5	5	5	5	26	-2.27	7.13
T1	40	4.2225	0.1493	0.0223	3.54	4	4.1	4.2	4.3	4.5	4.2	10	0.32	-0.7
T2	40	4.26	0.1499	0.0225	3.52	4	4.1	4.3	4.4	4.5	4.4	11	-0.23	-1.04
A-anto mg/100g	40	1900.3	136.3	18581.5	7.17	1640	1845	1845	2050	2050	1845	16	-0.43	-0.59
B-anto mg/100g	40	1975.2	126.6	16024.5	6.41	1435	1845	2050	2050	2050	2050	26	-2.27	7.13
T1-anto mg/100g	40	1731.2	61.2	3748.8	3.54	1640	1681	1722	1763	1845	1722	10	0.32	-0.7
T2-anto mg/100g	40	1746.6	61.4	3775.8	3.52	1640	1681	1763	1804	1845	1804	11	-0.23	-1.04
AB A	40	2.7029	0.1939	0.0376	7.17	2.3326	2.6242	2.6242	2.9158	2.9158	2.62421	16	-0.43	-0.59
AB B	40	2.8094	0.1801	0.0324	6.41	2.0411	2.6242	2.9158	2.9158	2.9158	2.91579	26	-2.27	7.13
ABS T1	40	2.4624	0.0871	0.0076	3.54	2.3326	2.3909	2.4493	2.5076	2.6242	2.44926	10	0.32	-0.7
ABT2	40	2.4843	0.0874	0.0076	3.52	2.3326	2.3909	2.5076	2.5659	2.6242	2.56589	11	-0.23	-1.04
Hileras-A	40	9.775	1.349	1.82	13.8	8	8	10	10	12	10	21	0.17	-0.71
Granos hilera A	40	28.675	4.022	16.174	14.02	20	25	29	31	38	30	7	0.18	-0.24
Peso Mzca A	40	136.6	35.87	1286.4	26.26	22	115.5	137.5	163.75	207	110, 117, 141, 147	2	-0.6	1.32
Longitud Mzca A	40	16.637	2.06	4.243	12.38	13	15.5	16.75	17.375	23	17	10	0.84	1.48
Hileras-B	40	9.75	1.878	3.526	19.26	8	8	10	10	16	8.1	16	1.24	1.94
Granos hilera B	40	26.15	4.498	20.233	17.2	17	24	25.5	29.75	34	24	7	-0.23	-0.41
Peso Mzca B	40	135.75	34.02	1157.17	25.06	63	109.5	137	158	209	97, 117, 124, 158	2	-0.01	-0.37
Longitud B	40	16.313	3.019	9.111	18.5	12	15	16	17	31.5	16	9	3.25	16.36

#### 4.8. Correlaciones de Pearson Para Los Atributos Evaluados

En la Tabla 17, se muestra la matriz de correlaciones de Pearson para cada par de variables, observándose una asociación positiva y altamente significativa del rendimiento de grano con altura de mazorca, prolificidad, peso de mazorca número de granos por hilera y transmitancia 400 nm de hoja, indicando que a medida que se incrementan estas variables independientes en una unidad, el rendimiento de grano se incrementa en kilos por hectárea (Tabla 17)

**Correlaciones: RdtoHa, Alt.planta, Alt.mzca, Num.hojas, Hojas super, ...**

*Tabla 18: Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados*

<b>Correlaciones: A, B, T1, T2, A-anto mg/10, B-anto mg/10, mean, ..</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>T1</b>
<b>B</b>	-0.341 0.031		
<b>T2</b>	0.353 0.025	-0.040 0.807	-0.005 0.978
<b>A-anto mg/100g</b>	1.000 *	-0.341 0.031	-0.032 0.846
<b>B-anto mg/100g</b>	-0.341 0.031	1.000 *	0.275 0.086
<b>T2-anto mg/100g</b>	0.353 0.025	-0.040 0.807	-0.005 0.978
<b>AB A</b>	1.000 *	-0.341 0.031	-0.032 0.846
<b>AB B</b>	-0.341 0.031	1.000 *	0.275 0.086
<b>AB T2</b>	0.353 0.025	-0.040 0.807	-0.005 0.978
<b>Peso Mzca B</b>	0.001 0.995	0.117 0.474	0.329 0.038
<b>Longitud B</b>	-0.164 0.310	0.081 0.621	-0.184 0.256



	T2	A-anto mg/100g	B-anto mg/100g
A-anto mg/100g	0.353 0.025		
T2-anto mg/100g	1.000 *	0.353 0.025	-0.040 0.807
AB A	0.353 0.025	1.000 *	-0.341 0.031
AB B	-0.040 0.807	-0.341 0.031	1.000 *
AB T2	1.000 *	0.353 0.025	-0.040 0.807
Hileras-A	0.195 0.227	-0.005 0.976	-0.009 0.957
Longitud B	0.360 0.023	-0.164 0.310	0.081 0.621

	mean	T1-anto mg/100g	T2-anto mg/100g
T1-anto mg/100g	0.202 0.212		
T2-anto mg/100g	0.285 0.075	-0.005 0.978	
AB A	0.616 0.000	-0.032 0.846	0.353 0.025
AB B	0.530 0.000	0.275 0.086	-0.040 0.807
ABS T1	0.202 0.212	1.000 *	-0.005 0.978
AB T2	0.285 0.075	-0.005 0.978	1.000 *
Hileras-A	-0.012 0.943	0.000 0.998	0.195 0.227
Granos hilera A	-0.227 0.159	-0.124 0.445	0.029 0.859
Peso Mzca A	-0.244 0.129	-0.132 0.416	-0.082 0.614

Longitud Mzca A	-0.180 0.266	0.119 0.465	-0.077 0.636
Hileras-B	-0.025 0.878	0.130 0.423	0.109 0.502
Granos hilera B	0.011 0.948	-0.062 0.702	0.040 0.809
Peso Mzca B	0.099 0.545	0.329 0.038	0.178 0.272
Longitud B	-0.081 0.620	-0.184 0.256	0.360 0.023
	AB A	AB B	ABS T1
AB B	-0.341 0.031		
ABS T1	-0.032 0.846	0.275 0.086	
AB T2	0.353 0.025	-0.040 0.807	-0.005 0.978
Hileras-A	-0.005 0.976	-0.009 0.957	0.000 0.998
Granos hilera A	-0.016 0.921	-0.253 0.115	-0.124 0.445
Peso Mzca A	-0.068 0.677	-0.218 0.176	-0.132 0.416
Longitud Mzca A	-0.198 0.220	-0.002 0.991	0.119 0.465
Hileras-B	-0.002 0.990	-0.028 0.866	0.130 0.423
Granos hilera B	-0.105 0.520	0.125 0.441	-0.062 0.702
Peso Mzca B	0.001 0.995	0.117 0.474	0.329 0.038
Longitud B	-0.164 0.310	0.081 0.621	-0.184 0.256
	AB T2	Hileras-A	Granos hilera A
Hileras-A	0.195 0.227		

Granos hilera A	0.029 0.859	0.043 0.793	
Peso Mzca A	-0.082 0.614	0.071 0.665	0.080 0.621
Longitud Mzca A	-0.077 0.636	0.025 0.877	0.310 0.051
Hileras-B	0.109 0.502	-0.225 0.162	0.247 0.124
Granos hilera B	0.040 0.809	-0.113 0.489	-0.213 0.188
Peso Mzca B	0.178 0.272	0.223 0.166	0.159 0.327
Longitud B	0.360 0.023	-0.096 0.557	-0.069 0.674

	Peso Mzca A	Longitud Mzca A	Hileras-B
Longitud Mzca A	0.177 0.275		
Hileras-B	0.178 0.271	0.135 0.406	
Granos hilera B	0.371 0.018	0.030 0.856	-0.123 0.450
Peso Mzca B	0.288 0.071	0.287 0.073	0.237 0.142
Longitud B	0.171 0.292	-0.033 0.840	-0.031 0.849

	Granos hilera B	Peso Mzca B
Peso Mzca B	0.216 0.181	
Longitud B	0.334 0.035	-0.070 0.670

Contenido de la celda: Correlación de Pearson  
Valor P

## **4.2 ANÁLISIS DE LA VARIANZA**

### **4.2.1. Intensidad de Antocianina**

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística solo para intensidad de antocianinas en la coronta, mostrando un comportamiento heterogéneo en la intensidad de antocianina, debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas. (Tabla 19).

El coeficiente de variabilidad fue de 5.64%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 19).

El promedio experimental fue de 4.49 grados de tinción.

La prueba de Duncan para el factor intensidad de color según tipo de mazorca, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por Mazorca 2 seleccionada, que obtuvo la mayor intensidad de antocianina con una calificación de 4.82 grados, y supero estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Mazorca 1 con 4.64 grados, seguido del Testigo 2 y Testigo 1 con 4.26 y 4.22 grados, respectivamente y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito de la tabla. (Tabla 20, Grafico 2).

La prueba de Duncan para el factor Unidad Básica, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cuatro subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por 37 unidades básicas, de los cuales la Unidad Basica-24, presento el mayor valor

de intensidad de antocianina con 4.70 grados, le sigue 36 unidades básicas, que variaron de Unidad Basica-32 a Unidad Basica-18 y cuyos valores fluctuaron de 4.68 a 4.30 grados y superaron a las Unidades Básicas 22, 30 y 8, que presentaron valores de intensidad de 4.23, 4.20 y 4.15 grados, respectivamente y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito de la tabla. (Tabla 21, Grafico 3).

*Tabla 19: Análisis de la Varianza para Intensidad de antocianina*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	12.39	42	0.29	4.61	<0.0001
Mazorca	10.1	3	3.37	52.59	<0.0001
UBASICA	2.28	39	0.06	0.91	0.6164
Error	7.49	117	0.06		
Total	19.88	159			
CV= 5.64 %					

*Tabla 20: Intensidad de antocianina, según Número de mazorca*

<b>O.M.</b>	<b>Número de mazorca</b>	<b>Intensidad de antocianina (grados)</b>	<b>Sign.</b>
1	Mazorca 2	4.82	A
2	Mazorca 1	4.64	B
3	Testigo 2	4.26	C
4	Testigo 1	4.22	C
	Promedio	4.49	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Grafico 2: Intensidad de antocianina, según Número de mazorca

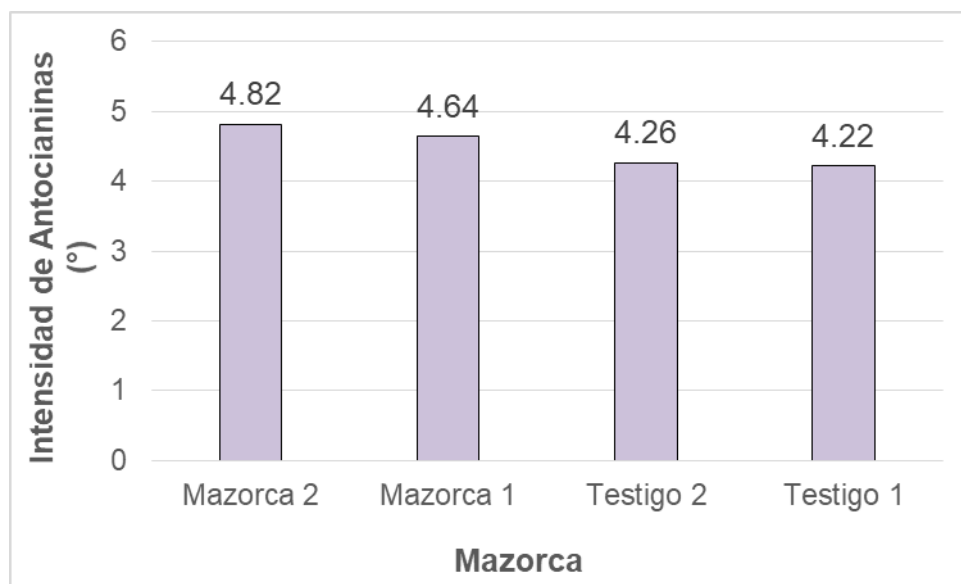


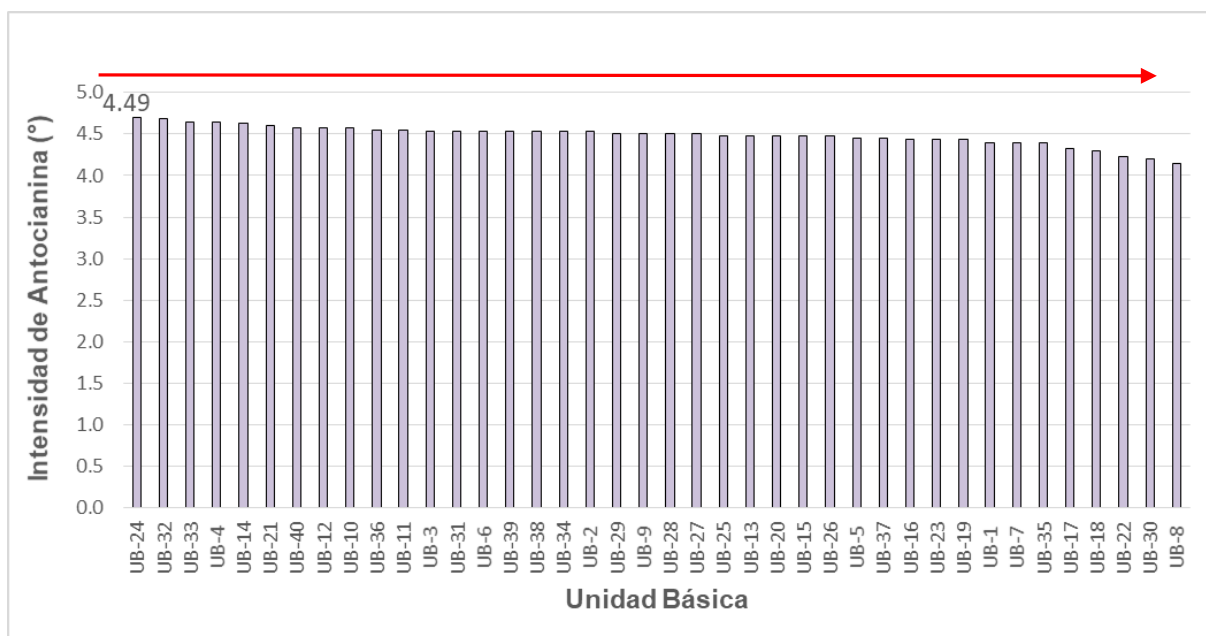
Tabla 21: Intensidad de antocianina, según Unidad Básica

O.M.	Unidad Básica	Intensidad de antocianina	Sign.
1	UB-24	4.70	A
2	UB-32	4.68	AB
3	UB-33	4.65	AB
4	UB-4	4.65	ABC
5	UB-14	4.63	ABC
6	UB-21	4.60	ABC
7	UB-40	4.58	ABCD
8	UB-12	4.58	ABCD
9	UB-10	4.58	ABCD
10	UB-36	4.55	ABCD
11	UB-11	4.55	ABCD
12	UB-3	4.53	ABCD
13	UB-31	4.53	ABCD
14	UB-6	4.53	ABCD
15	UB-39	4.53	ABCD
16	UB-38	4.53	ABCD
17	UB-34	4.53	ABCD
18	UB-2	4.53	ABCD
19	UB-29	4.50	ABCD
20	UB-9	4.50	ABCD

21	UB-28	4.50	ABCD
22	UB-27	4.50	ABCD
23	UB-25	4.48	ABCD
24	UB-13	4.48	ABCD
25	UB-20	4.48	ABCD
26	UB-15	4.48	ABCD
27	UB-26	4.48	ABCD
28	UB-5	4.45	ABCD
29	UB-37	4.45	ABCD
30	UB-16	4.43	ABCD
31	UB-23	4.43	ABCD
32	UB-19	4.43	ABCD
33	UB-1	4.40	ABCD
34	UB-7	4.40	ABCD
35	UB-35	4.40	ABCD
36	UB-17	4.33	ABCD
37	UB-18	4.30	ABCD
38	UB-22	4.23	BCD
39	UB-30	4.20	CD
40	UB-8	4.15	D
Promedio		4.49	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 3: Intensidad de antocianina, según Unidad Básica*



#### **4.2.2. Contenido de Antocianina en mg/100g**

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística solo para contenido de Antocianina, mostrando un comportamiento heterogéneo en el contenido de antocianina, debido al debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas. (Tabla 22).

El coeficiente de variabilidad fue de 5.64%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 22).

El promedio experimental fue de 1838.34 mg/100 g.

La prueba de Duncan para el factor Tipo de mazorca elegida, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por Mazorca 2, que obtuvo la mayor contenido de antocianina con 1975.18 mg, y supero estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Mazorca 1 con 1900.35 mg, seguido del Testigo 2 y Testigo 1 con 1746.60 y 1731.23 mg, respectivamente y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito de la tabla. (Tabla 23, Grafico 4).

La prueba de Duncan para el factor Unidad Básica, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cuatro subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por 37 unidades básicas, de los cuales la Unidad Basica-24, presento la mayor contenido de antocianina con 1927.00 mg, le sigue 36 unidades básicas, que variaron de Unidad Basica-32 a Unidad Basica-18 y cuyos valores fluctuaron de 1916.75 a 1763.00 mg y superaron a las Unidades Básicas 22, 30 y 8, que presentaron valores de 1732.25, 1722.00 y 1701.50 mg,



respectivamente y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito de la tabla. (Tabla 24, Grafico 5).

*Tabla 22: Análisis de varianza para contenido de antocianinas*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	2082086.6	42	49573.49	4.61	<0.0001
Mazorca	1698356.33	3	566118.77	52.59	<0.0001
UBASICA	383730.28	39	9839.24	0.91	0.6164
Error	1259363.18	117	10763.79		
Total	3341449.78	159			

CV = 5.64 %

*Tabla 23: Contenido de antocianina, según Tipo de mazorca elegida*

<b>O.M.</b>	<b>Tipo de mazorca elegida</b>	<b>Antocianina mg/100 g</b>	<b>Sign.</b>
1	Mazorca 2	1975.18	A
2	Mazorca 1	1900.35	B
3	Testigo 2	1746.60	C
4	Testigo 1	1731.23	C
	Promedio	1838.34	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 4: Contenido de antocianina, según Tipo de mazorca elegida*

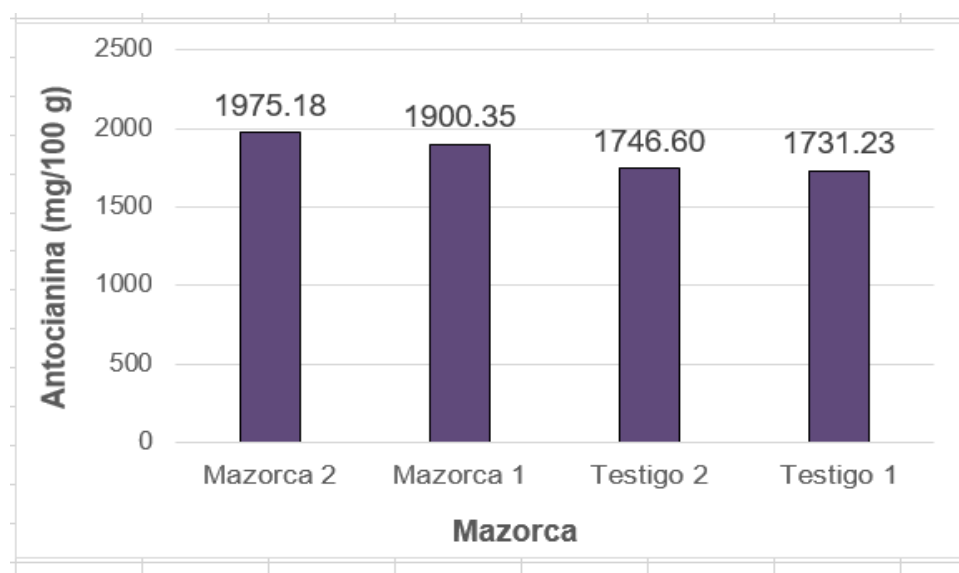


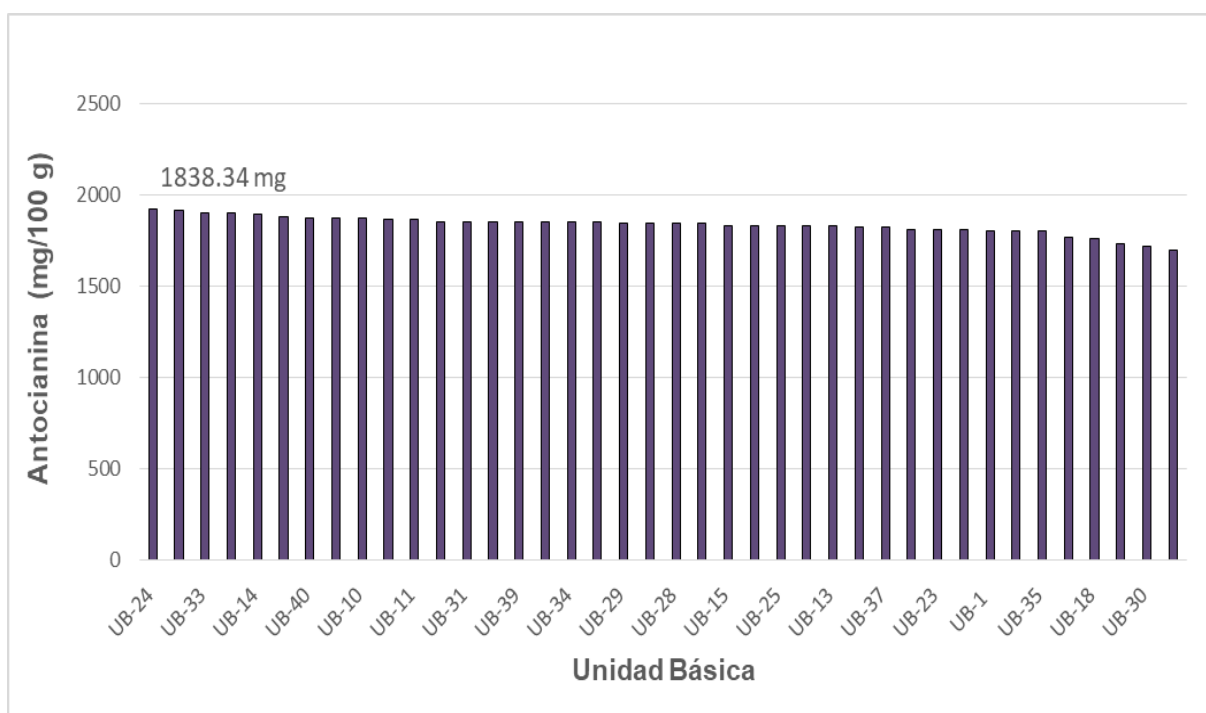
Tabla 24: Contenido de antocianina, según Unidad Básica

O.M.	Unidad Básica	Antocianina mg/100 g	Sign.
1	UB-24	1927.00	A
2	UB-32	1916.75	AB
3	UB-33	1906.50	AB
4	UB-4	1906.50	ABC
5	UB-14	1896.25	ABC
6	UB-21	1886.00	ABC
7	UB-40	1875.75	ABCD
8	UB-12	1875.75	ABCD
9	UB-10	1875.75	ABCD
10	UB-36	1865.50	ABCD
11	UB-11	1865.50	ABCD
12	UB-3	1855.25	ABCD
13	UB-31	1855.25	ABCD
14	UB-6	1855.25	ABCD
15	UB-39	1855.25	ABCD
16	UB-38	1855.25	ABCD
17	UB-34	1855.25	ABCD
18	UB-2	1855.25	ABCD
19	UB-29	1845.00	ABCD
20	UB-9	1845.00	ABCD
21	UB-28	1845.00	ABCD
22	UB-27	1845.00	ABCD
23	UB-15	1834.75	ABCD
24	UB-20	1834.75	ABCD
25	UB-25	1834.75	ABCD
26	UB-26	1834.75	ABCD
27	UB-13	1834.75	ABCD
28	UB-5	1824.50	ABCD
29	UB-37	1824.50	ABCD
30	UB-16	1814.25	ABCD
31	UB-23	1814.25	ABCD
32	UB-19	1814.25	ABCD
33	UB-1	1804.00	ABCD
34	UB-7	1804.00	ABCD
35	UB-35	1804.00	ABCD

36	UB-17	1773.25	ABCD
37	UB-18	1763.00	ABCD
38	UB-22	1732.25	BCD
39	UB-30	1722.00	CD
40	UB-8	1701.50	D
Promedio		1838.34	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 5: Contenido de antocianina, según Unidad Básica*



#### 4.2.3. Absorbancia

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística solo para tipo de mazorca elegida, mostrando un comportamiento heterogéneo en la Absorbancia, debido al debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas. (Tabla 25).

El coeficiente de variabilidad fue de 5.64%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos

y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 25).

El promedio experimental fue de 2.61 nm

La prueba de Duncan para el factor Tipo de mazorca elegida, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por Mazorca 2, que obtuvo la mayor absorbancia con 2.81 nm, y supero estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Mazorca 1 con 2.70 nm, seguido del Testigo 2 y Testigo 1 con 2.48 y 2.46 nm, respectivamente y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito de la tabla. (Tabla 26, Grafico 6).

La prueba de Duncan para el factor Unidad Básica, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cuatro subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por 37 unidades básicas, de los cuales la Unidad Basica-24, presento la mayor absorbancia con 2.74 nm, le sigue 36 unidades básicas, que variaron de Unidad Basica-32 a Unidad Basica-18 y cuyos valores fluctuaron de 2.73 a 2.51 nm y superaron a las Unidades Básicas 22, 30 y 8, que presentaron valores de 2.46, 2.45 y 2.42 nm, respectivamente y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito de la tabla. (Tabla 27, Grafico 7).

*Tabla 25:Análisis de la Varianza para Absorbancia*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.21	42	0.1	4.61	<0.0001
Mazorca	3.44	3	1.15	52.59	<0.0001
UBASICA	0.78	39	0.02	0.91	0.6164
Error	2.55	117	0.02		
Total	6.76	159			

CV= 5.64 %

Tabla 26: Absorbancia, según Tipo de mazorca elegida

O.M.	Tipo de mazorca elegida	Absorbancia	Sign.
1	Mazorca 2	2.81	A
2	Mazorca 1	2.70	B
3	Testigo 2	2.48	C
4	Testigo 1	2.46	C
Promedio		2.61	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Grafico 6: Absorbancia, según Tipo de mazorca elegida

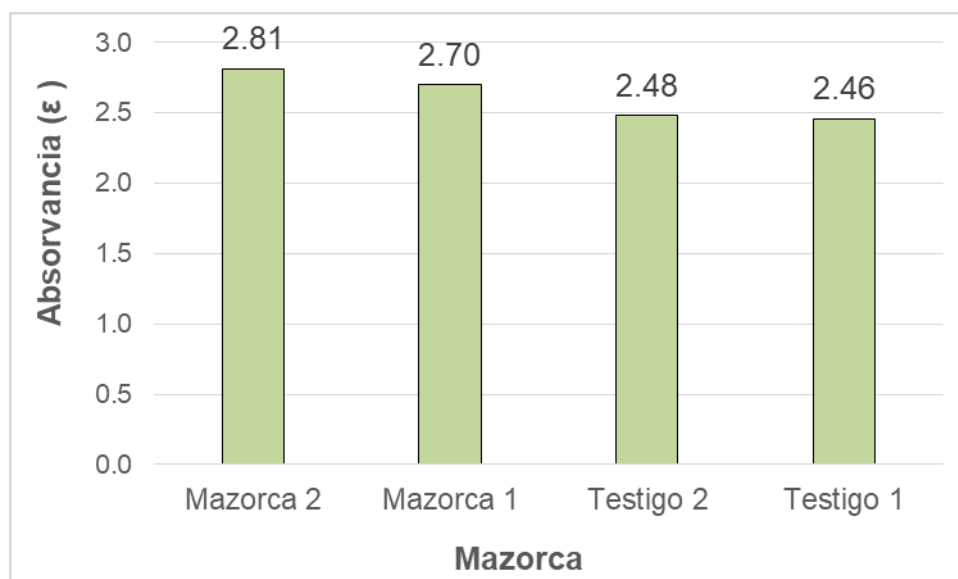


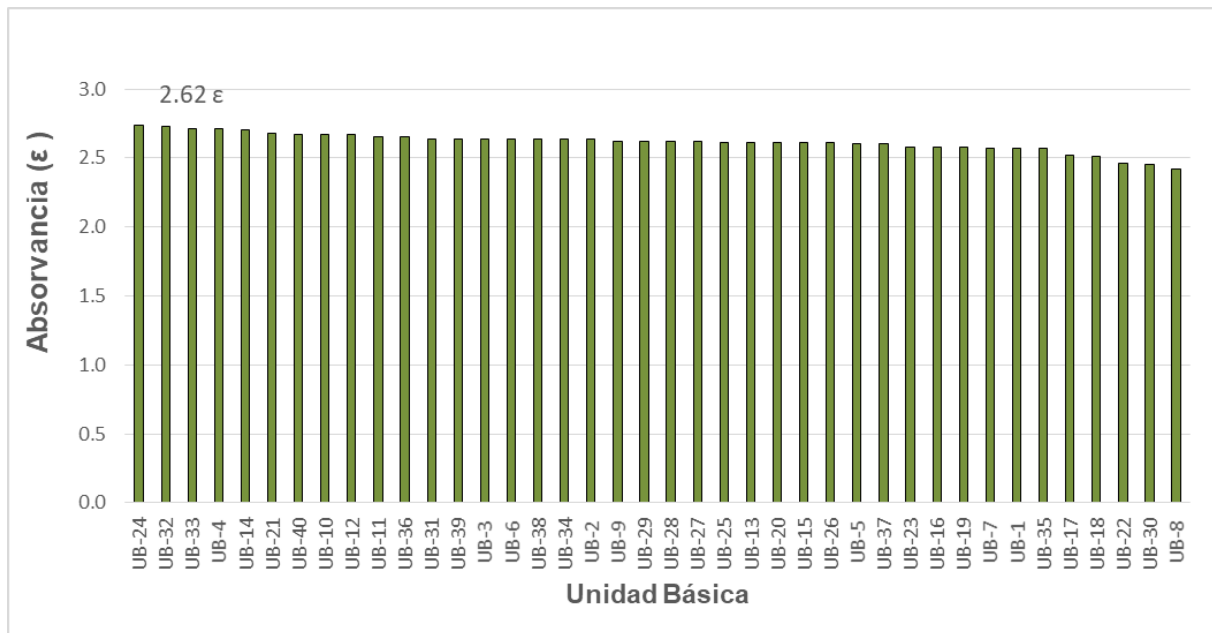
Tabla 27: Absorbancia, según Unidad Básica

O.M.	Unidad Básica	Absorbancia	Sign.
1	UB-24	2.74	A
2	UB-32	2.73	AB
3	UB-33	2.71	AB
4	UB-4	2.71	ABC
5	UB-14	2.70	ABC
6	UB-21	2.68	ABC
7	UB-40	2.67	ABCD
8	UB-10	2.67	ABCD

9	UB-12	2.67	ABCD
10	UB-11	2.65	ABCD
11	UB-36	2.65	ABCD
12	UB-31	2.64	ABCD
13	UB-39	2.64	ABCD
14	UB-3	2.64	ABCD
15	UB-6	2.64	ABCD
16	UB-38	2.64	ABCD
17	UB-34	2.64	ABCD
18	UB-2	2.64	ABCD
19	UB-9	2.62	ABCD
20	UB-29	2.62	ABCD
21	UB-28	2.62	ABCD
22	UB-27	2.62	ABCD
23	UB-25	2.61	ABCD
24	UB-13	2.61	ABCD
25	UB-20	2.61	ABCD
26	UB-15	2.61	ABCD
27	UB-26	2.61	ABCD
28	UB-5	2.60	ABCD
29	UB-37	2.60	ABCD
30	UB-23	2.58	ABCD
31	UB-16	2.58	ABCD
32	UB-19	2.58	ABCD
33	UB-7	2.57	ABCD
34	UB-1	2.57	ABCD
35	UB-35	2.57	ABCD
36	UB-17	2.52	ABCD
37	UB-18	2.51	ABCD
38	UB-22	2.46	BCD
39	UB-30	2.45	CD
40	UB-8	2.42	D
Promedio		2.62	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Grafico 7: Figura . Absorbancia, según Unidad Básica



#### 4.2.4. Número de Hileras por mazorca

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió significación estadística solo para Unidad Básica, mostrando un comportamiento heterogéneo en el Número de Hileras por mazorca, debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas. (Tabla 28).

El coeficiente de variabilidad fue de 13.06%, valor bajo, que indica que los datos son homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 28).

El promedio experimental fue de 9.77 hileras/mazorca

La prueba de Duncan para el factor Tipo de mazorca elegida, no detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios con las mazorcas estudiadas.

La prueba de Duncan para el factor Unidad Básica, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando seis subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por once unidades básicas, de los cuales la Unidad Basica-34, presento la mayor contenido de hileras/mazorca con 12.38, le siguen 10 unidades básicas, que variaron de Unidad Basica-33 a Unidad Basica-39 y cuyos valores fluctuaron de 11.88 a 10.25 hileras/mazorca y superaron estadísticamente al resto de unidades básicas. Mientras que en el último lugar se ubicó la Unidad Básica 5 y solo presento 8.00 hileras/mazorca y se ubicó en el último lugar de orden de mérito de la tabla. (Tabla 30, Grafico 9).

*Tabla 28: Análisis de la Varianza para Número de Hileras por mazorca*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	130.93	42	3.12	1.92	0.0035
Mazorca	0.04	3	0.01	0.01	0.9989
UBASICA	130.89	39	3.36	2.06	0.0016
Error	190.44	117	1.63		
Total	321.37	159			
CV=	13.06 %				

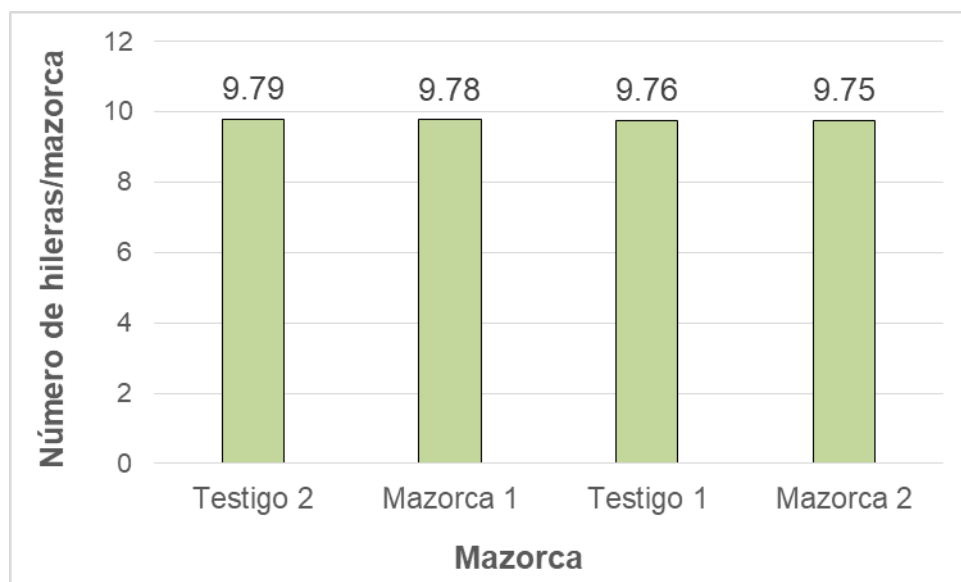
*Tabla 29: Número de hileras por mazorca, según Tipo de mazorca elegida*

<b>O.M.</b>	<b>Tipo de mazorca elegida</b>	<b>Número de hileras/ mazorca</b>	<b>Sign.</b>
1	Testigo 2	9.79	A
2	Mazorca 1	9.78	A
3	Testigo 1	9.76	A
4	Mazorca 2	9.75	A
	Promedio	9.77	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



*Grafico 8: Número de hileras por mazorca, según Tipo de mazorca elegida*



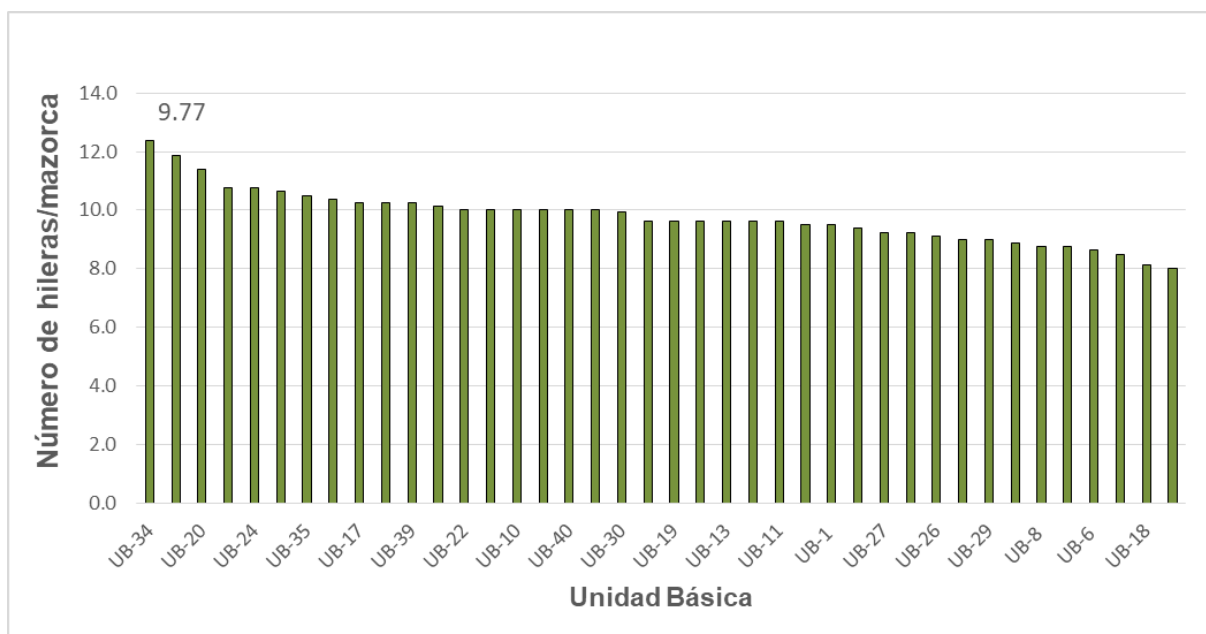
*Tabla 30: Número de hileras por mazorca, según Unidad Básica*

O.M.	Unidad Básica	Número de hileras/ mazorca	Sign.
1	UB-34	12.38	A
2	UB-33	11.88	AB
3	UB-20	11.38	ABC
4	UB-21	10.75	ABCD
5	UB-24	10.75	ABCD
6	UB-7	10.63	ABCD
7	UB-35	10.50	ABCD
8	UB-16	10.38	ABCDE
9	UB-17	10.25	ABCDEF
10	UB-38	10.25	ABCDEF
11	UB-39	10.25	ABCDEF
12	UB-23	10.13	BCDEF
13	UB-22	10.00	BCDEF
4	UB-37	10.00	BCDEF
15	UB-10	10.00	BCDEF
16	UB-15	10.00	BCDEF
17	UB-40	10.00	BCDEF
18	UB-36	10.00	BCDEF
19	UB-30	9.94	BCDEF
20	UB-28	9.63	CDEF

21	UB-19	9.63	CDEF
22	UB-2	9.63	CDEF
23	UB-13	9.63	CDEF
24	UB-25	9.63	CDEF
25	UB-11	9.63	CDEF
26	UB-14	9.50	CDEF
27	UB-1	9.50	CDEF
28	UB-32	9.38	CDEF
29	UB-27	9.25	CDEF
30	UB-31	9.25	CDEF
31	UB-26	9.13	DEF
32	UB-12	9.00	DEF
33	UB-29	9.00	DEF
34	UB-3	8.88	DEF
35	UB-8	8.75	DEF
36	UB-4	8.75	DEF
37	UB-6	8.63	DEF
38	UB-9	8.50	DEF
39	UB-18	8.13	EF
40	UB-5	8.00	F
Promedio		9.77	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 9: Figura . Número de hileras por mazorca, según Unidad Básica*



#### **4.2.5. Número de Granos por hilera**

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió significación estadística para Tipo de mazorca elegida y Unidad Básica, mostrando un comportamiento heterogéneo en el Número de granos por hilera, debido al debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas. (Tabla 31).

El coeficiente de variabilidad fue de 12.39%, valor bajo, que indica que los datos son homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 31).

El promedio experimental fue de 27.27 granos/hilera

La prueba de Duncan para el factor Tipo de mazorca elegida, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por dos tratamientos de los cuales Mazorca 1, presento el mayor valor con 28.68 granos/hilera, le sigue Testigo 1 con 27.41 granos/hilera y superaron estadísticamente al Testigo 2 y Mazorca 2, que presentaron 26.84 y 26.15 granos/hilera, respectivamente. y se ubicaron en los últimos lugares de orden de mérito de la tabla. (Tabla 32, Grafico 10).

La prueba de Duncan para el factor Unidad Básico, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando siete subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por 28 tratamientos de los cuales Unidad Básica-3, presento el mayor número de granos/hilera con 31.88 granos/hilera, le siguen 27 tratamientos que variaron de Unidad Basica-22 a Unidad Basica-33, cuyos valores fluctuaron de 31.06 a 25.94 granos/hilera y superaron

estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó la Unidad Básica -13, que solo presento 23.25 granos/hilera (Tabla 33, Grafico 10).

*Tabla 31: Análisis de la Varianza para Número de Granos por hilera*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	921.51	42	21.94	1.92	0.0033
Mazorca	137.22	3	45.74	4.01	0.0093
UBASICA	784.29	39	20.11	1.76	0.0108
Error	1334.74	117	11.41		
Total	2256.25	159			

CV = 12.39 %

*Tabla 32: Número de granos por hileras según Tipo de mazorca elegida*

<b>O.M.</b>	<b>Tipo de mazorca elegida</b>	<b>Número de Granos/hilera</b>	<b>Sign.</b>
1	Mazorca 1	28.68	A
2	Testigo 1	27.41	AB
3	Testigo 2	26.84	B
4	Mazorca 2	26.15	B
	Promedio	27.27	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 10: Figura . Número de granos por hileras según Tipo de mazorca elegida*

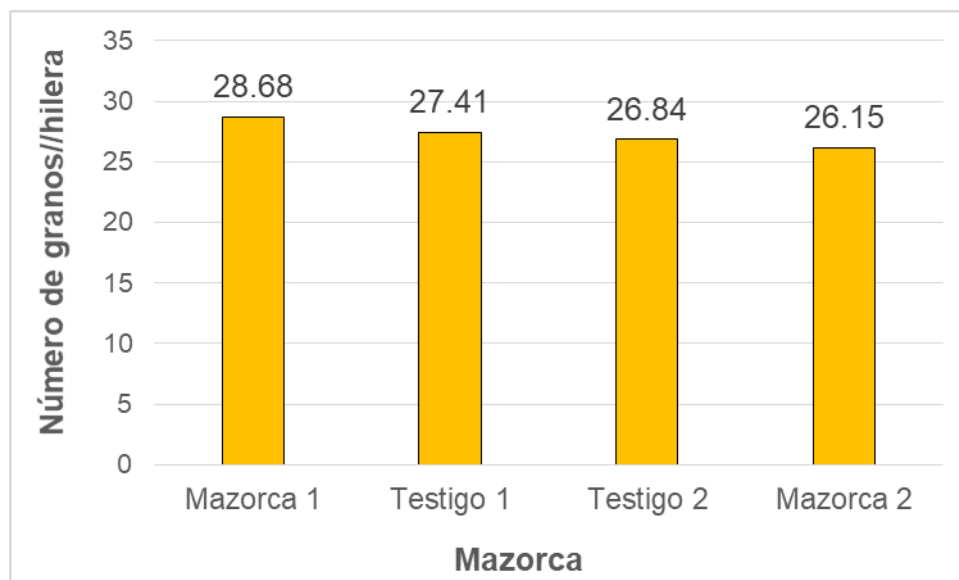


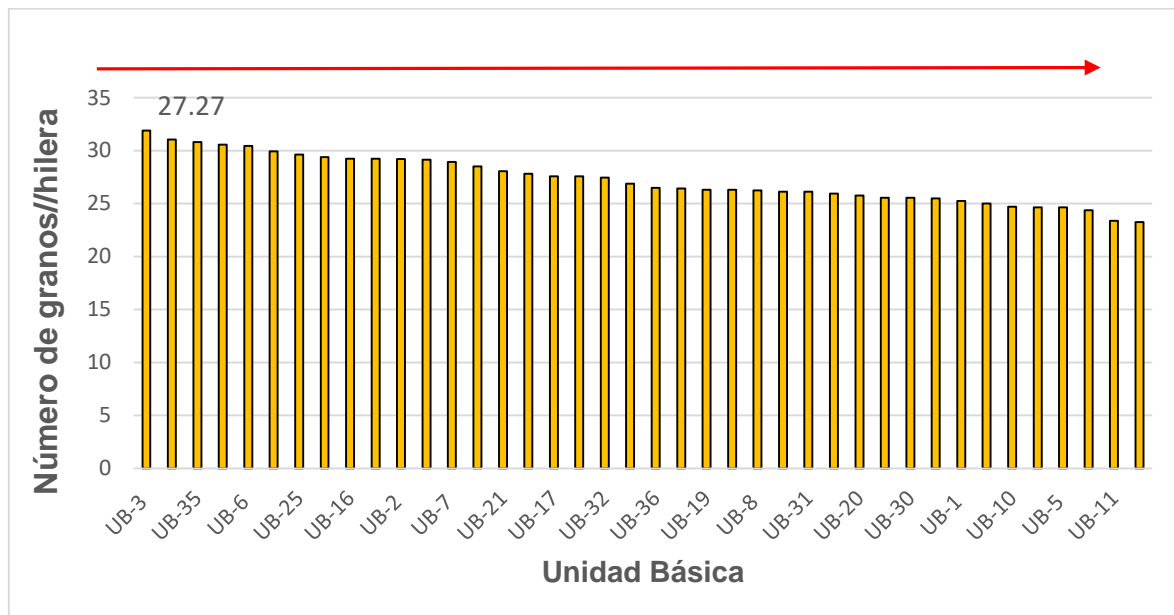
Tabla 33: Número de granos por hileras según Unidad Básica

O.M.	Unidad Básica	Número de Granos/hilera	Sign.
1	UB-3	31.88	A
2	UB-22	31.06	AB
3	UB-35	30.81	ABC
4	UB-27	30.56	ABCD
5	UB-6	30.44	ABCD
6	UB-26	29.94	ABCDE
7	UB-25	29.63	ABCDE
8	UB-18	29.38	ABCDE
9	UB-16	29.25	ABCDEF
10	UB-23	29.25	ABCDEF
11	UB-2	29.19	ABCDEFG
12	UB-34	29.13	ABCDEFG
13	UB-7	28.94	ABCDEFG
14	UB-39	28.50	ABCDEFG
15	UB-21	28.06	ABCDEFG
16	UB-15	27.81	ABCDEFG
17	UB-17	27.56	ABCDEFG
18	UB-38	27.56	ABCDEFG
19	UB-32	27.44	ABCDEFG
20	UB-24	26.88	ABCDEFG
21	UB-36	26.50	ABCDEFG
22	UB-9	26.44	ABCDEFG
23	UB-19	26.31	ABCDEFG
24	UB-4	26.31	ABCDEFG
25	UB-8	26.25	ABCDEFG
26	UB-40	26.13	ABCDEFG
27	UB-31	26.13	ABCDEFG
28	UB-33	25.94	ABCDEFG
29	UB-20	25.75	BCDEFG
30	UB-14	25.56	BCDEFG
31	UB-30	25.56	BCDEFG
32	UB-12	25.50	BCDEFG
33	UB-1	25.25	BCDEFG
34	UB-29	25.00	CDEFG
35	UB-10	24.69	DEFG
36	UB-37	24.63	DEFG
37	UB-5	24.63	DEFG

38	UB-28	24.38	EFG
39	UB-11	23.38	FG
40	UB-13	23.25	G
Promedio		27.27	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 11:Figura . Número de granos por hileras según Unidad Básica*



#### 4.2.6. Peso de Mazorca

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió alta significación estadística solo para Unidad Básica, mostrando un comportamiento heterogéneo en el Peso de mazorca, debido al debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas. (Tabla 34).

El coeficiente de variabilidad fue de 17.45 %, valor bajo, que indica que los datos son homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 34).

El promedio experimental fue de 136.30 g

La prueba de Duncan para el factor Tipo de mazorca elegida, no detectó diferencias estadísticas significativas entre los promedios de peso de mazorca estudiados. (Tabla 35, Grafico 12).

La prueba de Duncan para el factor Unidad Básico, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando siete subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por trece tratamientos de los cuales Unidad Básica-32, presento el mayor peso de mazorca con 184.94 g, le siguen doce tratamientos que variaron de Unidad Basica-33 a Unidad Basica-10, cuyos valores fluctuaron de 171.38 a 145.31 g y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó la Unidad Básica -14 que solo presento 64.25 g. (Tabla 36, Grafico 13).

*Tabla 34: Análisis de la Varianza para Peso de Mazorca*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
	91382.29				
Modelo.	42	42	2175.77	3.85	<0.0001
Mazorca	21.58	3	7.19	0.01	0.998
UBASICA	91360.71	39	2342.58	4.14	<0.0001
Error	66190.86	117	565.73		
Total	157573.15	159			

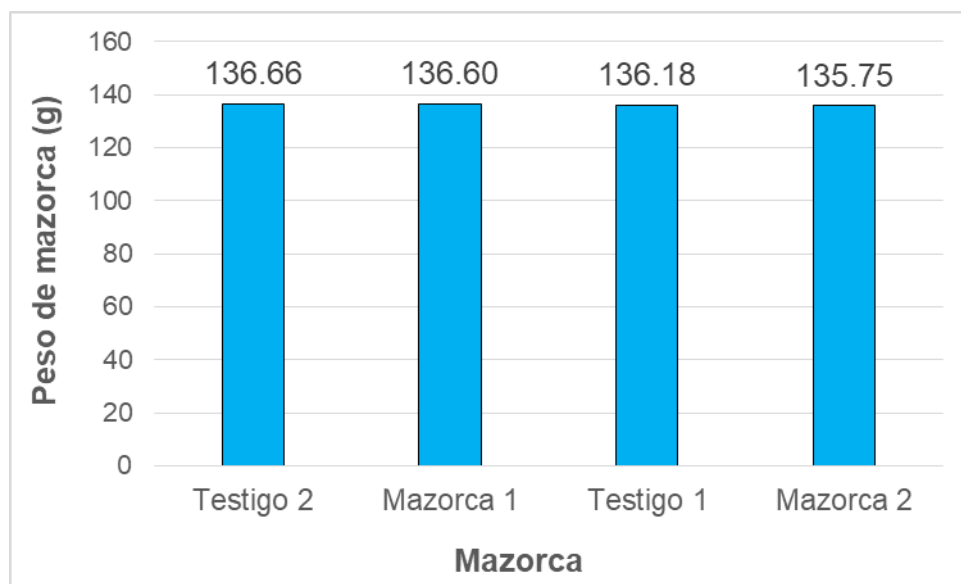
CV = 17.45 %

*Tabla 35: Peso de mazorca, según Tipo de mazorca elegida*

<b>O.M.</b>	<b>Tipo de mazorca elegida</b>	<b>Peso de mazorca (g)</b>	<b>Sign.</b>
1	Testigo 2	136.66	A
2	Mazorca 1	136.60	A
3	Testigo 1	136.18	A
4	Mazorca 2	135.75	A
	Promedio	136.30	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 12: Peso de mazorca, según Tipo de mazorca elegida*



*Tabla 36: Peso de mazorca, según Unidad Básica*

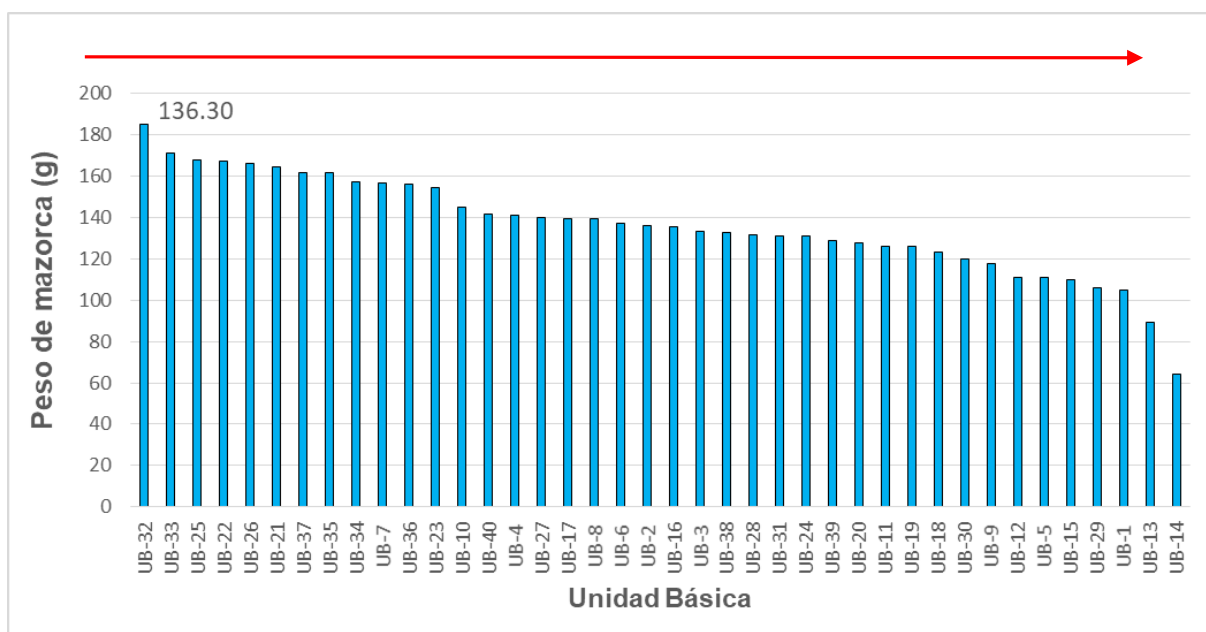
O.M.	Unidad Básica	Peso de mazorca (g)	Sign.
1	UB-32	184.94	A
2	UB-33	171.38	AB
3	UB-25	167.69	ABC
4	UB-22	167.31	ABC
5	UB-26	166.00	ABC
6	UB-21	164.81	ABCD
7	UB-37	161.94	ABCD
8	UB-35	161.75	ABCD
9	UB-34	157.19	ABCDE
10	UB-7	156.81	ABCDE
11	UB-36	156.44	ABCDE
12	UB-23	154.50	ABCDE
13	UB-10	145.31	ABCDEF
14	UB-40	141.88	BCDEF
15	UB-4	140.94	BCDEF
16	UB-27	139.88	BCDEF
17	UB-17	139.56	BCDEF
18	UB-8	139.50	BCDEF
19	UB-6	137.06	BCDEF
20	UB-2	135.88	BCDEF



21	UB-16	135.50	BCDEF
22	UB-3	133.13	BCDEF
23	UB-38	133.00	BCDEF
24	UB-28	131.56	BCDEF
25	UB-31	131.19	BCDEF
26	UB-24	131.13	BCDEF
27	UB-39	129.06	CDEFG
28	UB-20	127.81	CDEFG
29	UB-11	126.06	CDEFG
30	UB-19	125.94	CDEFG
31	UB-18	123.38	DEFG
32	UB-30	119.75	EFG
33	UB-9	117.88	EFG
34	UB-12	111.06	FG
35	UB-5	110.88	FG
36	UB-15	109.69	FG
37	UB-29	105.75	FG
38	UB-1	105.00	FG
39	UB-13	89.13	GH
40	UB-14	64.25	H
Promedio		136.30	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 13: Peso de mazorca, según Unidad Básica*



#### **4.2.7 Longitud de Mazorca**

El análisis de varianza para esta evaluación indica que existió significación estadística solo para Unidad Básica, mostrando un comportamiento heterogéneo en la Longitud de mazorca, debido al debido a la variabilidad de intensidad en las unidades básicas. (Tabla 37).

El coeficiente de variabilidad fue de 13.44 %, valor bajo, que indica que los datos son homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 37).

El promedio experimental fue de 16.50 cm de longitud de mazorca

La prueba de Duncan para el factor Tipo de mazorca elegida, no detectó diferencias estadísticas significativas entre los promedios estudiados (Tabla 38, Grafico 14)

La prueba de Duncan para el factor Unidad Básica, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando cinco subconjuntos diferentes, el primero y superior, conformado por nueve tratamientos de los cuales Unidad Básica-2, presento la mayor longitud de mazorca con 21.22 cm, le siguen ocho tratamientos que variaron de Unidad Basica-7 a Unidad Basica-13, cuyos valores fluctuaron de 18.94 a 17.59 cm y superaron estadísticamente al resto de tratamientos. Mientras que en el último lugar se ubicó la Unidad Básica -28, que solo presento 14.06 cm. (Tabla 39, Grafico 15)

Tabla 37: Análisis de la Varianza para Longitud de Mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	302.33	42	7.2	1.46	0.0576
Mazorca	2.33	3	0.78	0.16	0.9245
UBASICA	300	39	7.69	1.56	0.0353
Error	575.31	117	4.92		
Total	877.64	159			

CV = 13.44 %

Tabla 38: Longitud de mazorca, según Tipo de mazorca elegida

O.M.	Tipo de mazorca elegida	Longitud de mazorca	Sign.
1	Mazorca 1	16.64	A
2	Testigo 2	16.56	A
3	Testigo 1	16.48	A
4	Mazorca 2	16.31	A
	Promedio	16.50	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Grafico 14: Longitud de mazorca, según Tipo de mazorca elegida

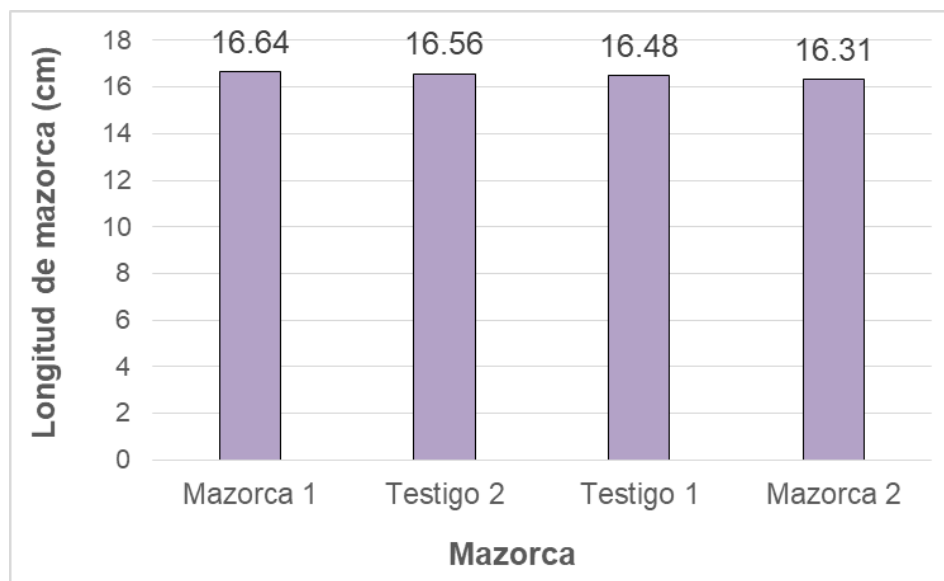


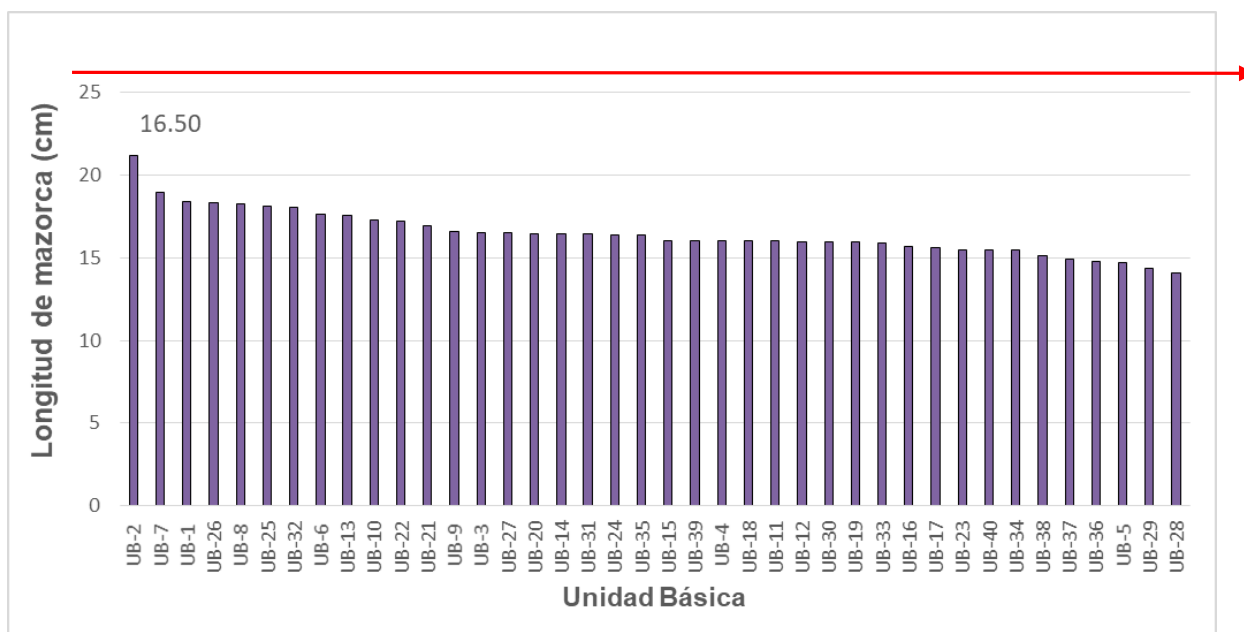
Tabla 39: Longitud de mazorca, según Unidad Básica

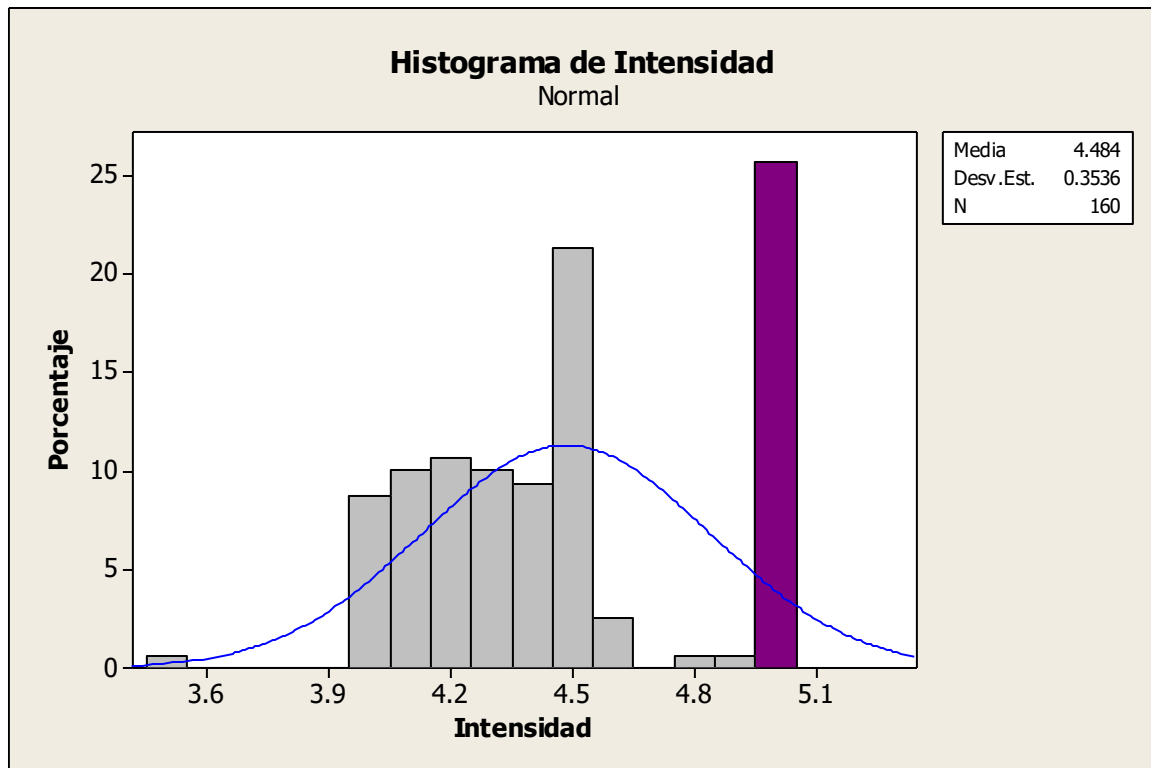
O.M.	Unidad Básica	Longitud de mazorca	Sign.
1	UB-2	21.22	A
2	UB-7	18.94	AB
3	UB-1	18.44	ABC
4	UB-26	18.31	ABCD
5	UB-8	18.28	ABCD
6	UB-25	18.13	ABCD
7	UB-32	18.06	ABCD
8	UB-6	17.66	ABCDE
9	UB-13	17.59	ABCDE
10	UB-10	17.28	BCDE
11	UB-22	17.25	BCDE
12	UB-21	16.97	BCDE
13	UB-9	16.59	BCDE
14	UB-3	16.56	BCDE
15	UB-27	16.53	BCDE
16	UB-20	16.47	BCDE
17	UB-14	16.44	BCDE
18	UB-31	16.44	BCDE
19	UB-24	16.41	BCDE
20	UB-35	16.38	BCDE
21	UB-15	16.06	BCDE
22	UB-39	16.06	BCDE
23	UB-4	16.06	BCDE
24	UB-18	16.06	BCDE
25	UB-11	16.06	BCDE
26	UB-12	16.00	BCDE
27	UB-30	16.00	BCDE
28	UB-19	15.94	BCDE
29	UB-33	15.88	BCDE
30	UB-16	15.69	BCDE
31	UB-17	15.63	BCDE
32	UB-23	15.50	BCDE
33	UB-40	15.47	BCDE
34	UB-34	15.47	BCDE
35	UB-38	15.13	BCDE
36	UB-37	14.94	CDE

37	UB-36	14.81	CDE
38	UB-5	14.72	CDE
39	UB-29	14.38	DE
40	UB-28	14.06	E
Promedio		16.50	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

*Grafico 15: Longitud de mazorca, según Unidad Básica*





### 4.3. GANANCIA POR SELECCION

$\bar{X}$  seleccionado= 5.0 grados

$\bar{X}$  promedio= 4.48 grados

Diferencial de selección =  $\bar{X}_s - \bar{X}_o$

Diferencial de selección = 0.52 grados

Ganancia por selección =  $0.50 \cdot 0.52 = 0.26$

## CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en la que se efectuó el presente trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos, los resultados obtenidos con una confianza del 95% y un error  $\alpha=0.05$ , se concluye lo siguiente:

1. Aceptar la hipótesis alternativa planteada al inicio de la investigación,
2. Se seleccionaron el 25 % de las corontas que tuvieron las mejores corontas con grados de calificativos de 5, correspondiente a un alto grado de tinción.

El promedio de tinción de la población original ( $\bar{X}_0$ ) fue = 4.48

El diferencial de selección fue de 0.52 grados

HEREDABILIDAD = H = 57.97 %

**GS = H \* ( $\bar{X}_s$  -  $\bar{X}_0$ )**

GS = 0.57 \* 0.52 = 0.29

3. La Ganancia por selección fue de 0.29

$C1 = C0 + GS = 4.48 + 0.29 = 4.77$

- C1 = ciclo uno
- C0 = ciclo cero
- GS = ganancia por selección
- $\bar{X}_s$  = Población seleccionada
- $\bar{X}_0$  = Población original

Porcentaje de Ganancia

4.48----100%

4.77----- x

6.4 %, valor relativamente bajo, debido a la alta concentración de genes de la tinción, por lo que el método de mejoramiento sería la hibridación.

## **RECOMENDACIONES**

1. Formar un compuesto con las mazorcas de mayor intensidad de color de la coronta
2. Que las instituciones y organizaciones ligadas al sector agrario difundan los resultados de este trabajo de investigación.
3. Realizar trabajos de investigación complementarios en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo



## BILIOGRAFIA

- Agrodataperu. (2011). *Agrodata*. Obtenido de Agrodataperu.com: <https://www.agrodataperu.com/>
- Aguilera, M., Reza, M., Chew, R., & Mesa, J. (2011). *Propiedades funcionales de las antocianinas. Revista de ciencias biológicas y de la salud*. Mexico.
- Almeida, G., & Fernanda, J. (2012). *Extracción y caracterización del colorante natural del maíz negro (Zea mays L.) y determinación de su actividad*. Ecuador: Quito.
- Aoki, H., Kuze, N., & Kato, Y. (2002). *Antocianina aislada de maíz morado ze mays L. Alimentos e ingredientes alimentarios de Japón*. Japon.
- Araujo, J. (1995). *Estudio del colorante de maíz morado (Zea mays L.) con el uso de enzimas*. Lima: Tesis para optar el título de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Arroyo, J., Saenz, E., Rodríguez, M., Chumpitaz, V., Burga, J., De la Cruz , W., & Valencia , J. (2010). Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (Zea mays L.) en ratas hipercolesterolémicas. *Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Publica vol 24*, 162.
- Badui, S. (1988). *Química de los alimentos*. Mexico: Editorial Alhambra.
- Badui, S. (1993). *Química de los Alimentos*. México: Pearson Educación.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. México: Pearson Educación.
- CANAVOS. (1993). *PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA*. MÉXICO : APLICACIONES Y MÉTODOS MCGRAW HILL.

- Canavos, G. (1988). Obtenido de Probabilidad y estadística:  
<https://gsosa61.files.wordpress.com/2008/03/10-canavos-g-probabilidad-y-estadistica-aplicaciones-y-metodos.pdf>
- Cevallos Casals, B., & Cisneros Zevallos, L. (2003). Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. *Food Chemistry*, 69-77.
- Ching, S., Ingram, D., Hahnel, R., & Rossi, E. (2002). Los niveles séricos de micronutrientes, antioxidantes y el estado antioxidante total predecir el riesgo de cáncer de mama en un estudio de casos y controles. *Diario de nutrición*, 306.
- CUEVAS MONTILLA, E., ANTEZANA, A., & WINTERHALTE. (2008). CUEVAS MONTILLA, Elyana, ANTEZANA A. y WINTERHALTER P. *ALFA LAGROTECH* , 95.
- De Pascual, t., & Sánchez Ballesta. (2008). Anthocyanins: from plant to health,. *Phytochemical* , 281-299 p.
- DE Pascual, T., Buelga, S., & Rivas, J. (2002). *LCMS analysis of anthocyanins from purple corn*. California.
- DELGADO, E. (2000). *Ensayos sobre el uso de microencapsulantes en el secado por atomización de concentrado de maíz morado (Zea mays L.)*. Peru: Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.
- Durak, L., Kacmaz, M., Cimen, M., & Buyukkock, U. (2001). *Oxidante de sangre/el estado antioxidante de las pacientes arterioscleróticas, diario de la cardiología*.
- Erasm Aysanoa, J. (2010). *"FENOLOGIA E INTENSIDAD DE COLOR EN CORONTAS DEL MAIZ MORADO (Zea mayz L.) EN SUS DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO EN*

- LA LOCALIDAD DE LA MOLINA*". Lima: TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE: MAGÍSTER SCIENTIAE.
- Exebio. (1990). *CURSO DE MUESTREO UNPRG*. Lambayeque, Peru: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Fennema, O. (1993). *Química de los Alimentos*. Zaragoza, España.: Acribia.
- Fennema, R. (2000). *Química de los Alimentos*, . España: Acribia, S.A. Zaragoza.
- FERNANDEZ, N. (1995). *Estudio de la extracción y pre - purificación de antocianinas de maíz morado (Zea mays L.)*. Lima: • FERNANDEZ, N. A. 1995. Estudio de la extracción y pre - purificaciTesis para optar el titulo deIng. En Industrias Alimentarias. UNALM. Lima — Perú. 116 pp.
- Fossen, T., & Andersen, M. (2001). *Anthocyanins from maize (Zea mays) and reed canarygrass (Phalaris arundinacea)*. California.
- García, M., Quintero, R., & López, A. (2004). *Biotecnología alimentaria*. México.: Limusa .
- Garzón, G. (2008). *Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos*. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Bogotá.
- GIUSTI, M, M., & WROLSTAD, R. (2001). Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. • GIUSTI, M. y WROLSTAD, R. 2001. "Acylated anthocyanins from edible sources and Biochemical Engineering Journal. Vol. 14, 217 - 225.
- Giusti, M., & Wrolstad, R. (2003). Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journa*, 217-225.
- GORRITI GUTIÉRREZ, A. (2010). *Investigación desarrollada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farinacia y Bioquímica: Extracción de antocianinas*

- de las corontas de Zea mays L. "maíz morado".* lima: Investigación del Proyecto No. 317-2007-CONCYTEC.
- INIA. (2009). *Estación Experimental Agraria Canaán –Ayacucho- 2007 “Nueva variedad de maíz morado para la sierra peruana”.* Ayacucho.
- Jing, P., & Giusti, M. (2007). Effects of extraction conditions on improving the yield and quality of an anthocyanin-rich purple corn (*Zea mays L.*) color extract. *Food Chem Toxicol.*, 366–368 .
- Jing, P., Bomser, J., Schwartz, S., & Magnuson, B. (2008). Structure function relationships of anthocyanins from various anthocyanin-rich extracts on the inhibition of colon cancer cell growth. *Agric Food Chem.* , 9391–9398.
- Joseph, J., Arendas, G., & Gordon, M. (2003). La administración de suplementos de arándanos mejora la señalización y evita anomalías de comportamiento en un modelo de la enfermedad de Alzheimer neurociencia. *Diario de la Agricultura*, 153 - 162.
- Kraft, T. (2008). *Composición fitoquímica y la actividad metabólica de máximo rendimiento de las bayas de la dieta. Diario de la agricultura y química de los alimentos.*
- MANRIQUE, A. (1997). El maíz en el Perú. *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).* Lima, Perú., 362.
- MARTÍNEZ, R. (1995). *COEFICIENTES DE VARIABILIDAD AGRONOMÍA TROPICAL.*
- Mazza, G., & Miniati, E. (1993). *Las antocianinas en frutas, verduras y granos.*
- Moreno, L., Paz, A., Mamani, C., & Manchego, R. (2013). Curva dosis efecto de las antocianinas de tres extractos de *Zea mays L.* (maíz morado) en la vasodilatación de anillos aórticos de rata. *Perú. Med. Exp. Salud pública.*, 714 - 728.

- Olsson, E., Gustavsson, K., & Duan, R. (2004). La inhibición de la proliferación de células cancerosas in vitro por extractos y correlaciones con los niveles de antioxidantes. . *Diario de la química agrícola y alimentaria*, 7264 - 7271.
- ORTIZ GOÑAZ, C. (2014). *influencia de la prolificidad en el contenido de antocianinas en la variedad PMV 581*. Lambayeque - Peru: tesis para optar titulo profesional de ingeniero agronomo.
- Pedreschi, R., & Cisneros, L. (2006). Antimutagenic and antioxidant properties of phenolic fractions from Andean purple corn (*Zea mays* L.). *Food Chemical*, 4557-4567.
- Quintero, R., Mariano, G., & Lopez, A. (2002). *Biotecnología alimentaria*. Mexico.: Limusa S.A, .
- Quispe, J. A. (2017). *Heterosis en variedades precoces de maíz de sierra alta*. lima.
- Rein, M. (2005). *Copigmentation reactions and color stability of Berry anthocyanins Microbiology Food Chemistry Division*. University of Helsinki.department of Applied Chemistry and .
- Risco, M., Reland, D., Avendaño, T., Martínez, A., Quispe, P., Pérez, C., . . . Valdez, R. (2007). *Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid-Perú*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/84836125/Cadena-Productiva-demaiz-morado>. 88 p.
- ROJAS MEJIA, Y. (2018). *“INFLUENCIA DEL ÍNDICE DE COSECHA EN LAS VARIEDADES DE MAÍZ MORADO (ZEA MAYS AMILACEA CV MORADO) PMV 582 Y CANTEÑO EN EL DISTRITO DE MOTUPE”*. Lambayeque - Peru: Tesis Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Agronomo.
- Salinas, R. (2015). *Mejoramiento poblacional de un compuesto de maíz morado (Zea mays L) Canaán 2735 msnm-Ayacucho*. ayacucho: Tesis para obtener el título profesional de

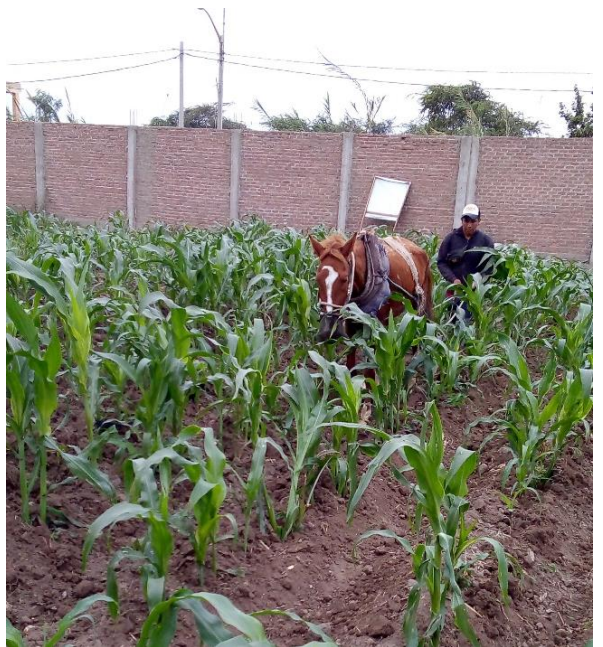
- Ingeniero Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Formación Profesional de Agronomía UNSCH. Ayacucho Peru.
- SALINAS, Y., RUBIO, D., & DÍAZ, A. (2005). • *SALINAS YOLANDA, RUBIO DAVID y DÍAZ ANTONIO.(2005). Extracción y uso de pigmentos del maíz (Zea mays L) como colorantes en yogur. (Tesis para optar el título de ing. Agroindustrial). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo: Tesis para optar titulo de ingeniero agroindustrial.*
- Schawartz, S. (1998). *El análisis químico de los alimentos.*
- SEVILLA, H. (2019). Mejoramiento genético de maíz en la sierra del Perú. En Actas de las sesiones de avances de Investigación. *ANCYTCONCYTEC*, 68.
- SEVILLA, R., & VALDEZ, A. (1985). Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. *Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú.*, 46.
- Terranova. (1995). *Enciclopedia agropecuaria terranova. Producción agrícola I. Tomo II.* Colombia: Voluntad.
- Timberlake, F. (2009). Anthocyanins occurrence, extracción and chemistry. *Food Chemistry*, 69-80.
- TOMA Y RUBIO. (2008). *ESTADÍSTICA APLICADA. APUNTES DE ESTUDIO* 64. UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO. CENTRO DE INVESTIGACIÓN.
- Torgils, F., Rune, S., & Oyvind, M. (2001). Anthocyanins from Maize (Zea mays) and Reed Canarygrass (Phalaris arundinacea). *Department of Chemistry, University of Bergen.*, 5007.
- Wrolstad, R., Lauro, G., & Francis, F. (2000). Natural Food Colorants. *Marcel Dekker.*
- Wrolstad, R., & Giusti. (2003). *Antocianos acilados de fuentes alimenticias y sus aplicaciones en los sistemas alimentarios.*

- Yúfera, E. (1995). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria II*.  
Barcelona, España: Reverte.
- Zeiger, E., & Taiz, L. (2006). *Fisiología vegetal, Colección de ciencias experimentales*. Castellón,  
España.

## LINKOGRAFIA

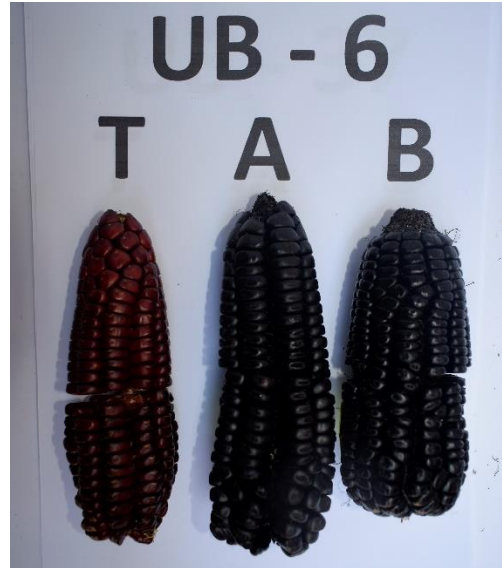
- (<http://delmaiz.info/morado/>)
- (<http://www.monografias.com/trabajos93/clasificacion-taxonomica-algunas-especies-interes-agropecuario/clasificacion-taxonomica-algunas-especies-interes-agropecuario.shtml>)
- (<http://maizmorado-peruano.blogspot.pe/>)
- (<http://www.monografias.com/trabajos39/demanda-maiz-morado/demanda-maiz-morado.shtml#descrip>)
- ([campus.usal.es/quimfis/apoyo/Carmen/Practicas/Espectrofotometria](http://campus.usal.es/quimfis/apoyo/Carmen/Practicas/Espectrofotometria))

## ANEXOS









Mazorca	Intensidad	Mazorca	UB	UBASICA
1	5	A	4	UB-4
2	5	A	5	UB-5
3	5	A	9	UB-9
4	5	A	14	UB-14
5	5	A	16	UB-16
6	5	A	22	UB-22
7	5	A	24	UB-24
8	5	A	25	UB-25
9	5	A	28	UB-28
10	5	A	29	UB-29
11	5	A	31	UB-31
12	5	A	32	UB-32
13	5	A	33	UB-33
14	5	A	34	UB-34
15	5	A	40	UB-40
16	5	B	1	UB-1
17	5	B	2	UB-2
18	5	B	3	UB-3
19	5	B	6	UB-6
20	5	B	7	UB-7
21	5	B	10	UB-10
22	5	B	12	UB-12
23	5	B	13	UB-13
24	5	B	14	UB-14
25	5	B	15	UB-15
26	5	B	17	UB-17
27	5	B	18	UB-18
28	5	B	19	UB-19
29	5	B	20	UB-20
30	5	B	21	UB-21
31	5	B	23	UB-23
32	5	B	24	UB-24
33	5	B	26	UB-26
34	5	B	27	UB-27
35	5	B	32	UB-32
36	5	B	33	UB-33
37	5	B	36	UB-36
38	5	B	37	UB-37
39	5	B	38	UB-38
40	5	B	39	UB-39



41	5	B	40	UB-40
42	4.9	B	4	UB-4
43	4.8	B	11	UB-11
44	4.6	A	3	UB-3
45	4.6	A	26	UB-26
46	4.6	A	35	UB-35
47	4.6	A	38	UB-38
48	4.5	A	1	UB-1
49	4.5	A	2	UB-2
50	4.5	A	6	UB-6
51	4.5	A	10	UB-10
52	4.5	A	11	UB-11
53	4.5	A	12	UB-12
54	4.5	A	13	UB-13
55	4.5	A	15	UB-15
56	4.5	A	19	UB-19
57	4.5	A	20	UB-20
58	4.5	A	21	UB-21
59	4.5	A	23	UB-23
60	4.5	A	27	UB-27
61	4.5	A	36	UB-36
62	4.5	A	37	UB-37
63	4.5	A	39	UB-39
64	4.5	B	5	UB-5
65	4.5	B	8	UB-8
66	4.5	B	9	UB-9
67	4.5	B	16	UB-16
68	4.5	B	25	UB-25
69	4.5	B	28	UB-28
70	4.5	B	29	UB-29
71	4.5	B	30	UB-30
72	4.5	B	31	UB-31
73	4.5	B	34	UB-34
74	4.5	B	35	UB-35
75	4.5	Testigo 1	10	UB-10
76	4.5	Testigo 1	11	UB-11
77	4.5	Testigo 1	12	UB-12
78	4.5	Testigo 1	21	UB-21
79	4.5	Testigo 2	2	UB-2
80	4.5	Testigo 2	6	UB-6
81	4.5	Testigo 2	36	UB-36

82	4.4	Testigo 1	7	UB-7
83	4.4	Testigo 1	24	UB-24
84	4.4	Testigo 1	32	UB-32
85	4.4	Testigo 1	39	UB-39
86	4.4	Testigo 2	4	UB-4
87	4.4	Testigo 2	11	UB-11
88	4.4	Testigo 2	13	UB-13
89	4.4	Testigo 2	14	UB-14
90	4.4	Testigo 2	21	UB-21
91	4.4	Testigo 2	24	UB-24
92	4.4	Testigo 2	25	UB-25
93	4.4	Testigo 2	28	UB-28
94	4.4	Testigo 2	31	UB-31
95	4.4	Testigo 2	33	UB-33
96	4.4	Testigo 2	35	UB-35
97	4.3	Testigo 1	3	UB-3
98	4.3	Testigo 1	4	UB-4
99	4.3	Testigo 1	5	UB-5
100	4.3	Testigo 1	20	UB-20
101	4.3	Testigo 1	26	UB-26
102	4.3	Testigo 1	27	UB-27
103	4.3	Testigo 1	29	UB-29
104	4.3	Testigo 1	34	UB-34
105	4.3	Testigo 2	9	UB-9
106	4.3	Testigo 2	10	UB-10
107	4.3	Testigo 2	12	UB-12
108	4.3	Testigo 2	15	UB-15
109	4.3	Testigo 2	22	UB-22
110	4.3	Testigo 2	32	UB-32
111	4.3	Testigo 2	34	UB-34
112	4.3	Testigo 2	38	UB-38
113	4.2	Testigo 1	9	UB-9
114	4.2	Testigo 1	17	UB-17
115	4.2	Testigo 1	18	UB-18
116	4.2	Testigo 1	30	UB-30
117	4.2	Testigo 1	31	UB-31
118	4.2	Testigo 1	33	UB-33
119	4.2	Testigo 1	36	UB-36
120	4.2	Testigo 1	37	UB-37
121	4.2	Testigo 1	38	UB-38
122	4.2	Testigo 1	40	UB-40

123	4.2	Testigo 2	3	UB-3
124	4.2	Testigo 2	7	UB-7
125	4.2	Testigo 2	16	UB-16
126	4.2	Testigo 2	23	UB-23
127	4.2	Testigo 2	27	UB-27
128	4.2	Testigo 2	29	UB-29
129	4.2	Testigo 2	39	UB-39
130	4.1	Testigo 1	1	UB-1
131	4.1	Testigo 1	2	UB-2
132	4.1	Testigo 1	6	UB-6
133	4.1	Testigo 1	14	UB-14
134	4.1	Testigo 1	15	UB-15
135	4.1	Testigo 1	19	UB-19
136	4.1	Testigo 1	22	UB-22
137	4.1	Testigo 1	28	UB-28
138	4.1	Testigo 1	35	UB-35
139	4.1	Testigo 2	8	UB-8
140	4.1	Testigo 2	17	UB-17
141	4.1	Testigo 2	19	UB-19
142	4.1	Testigo 2	20	UB-20
143	4.1	Testigo 2	30	UB-30
144	4.1	Testigo 2	37	UB-37
145	4.1	Testigo 2	40	UB-40
146	4	A	7	UB-7
147	4	A	8	UB-8
148	4	A	17	UB-17
149	4	A	18	UB-18
150	4	A	30	UB-30
151	4	Testigo 1	8	UB-8
152	4	Testigo 1	13	UB-13
153	4	Testigo 1	16	UB-16
154	4	Testigo 1	23	UB-23
155	4	Testigo 1	25	UB-25
156	4	Testigo 2	1	UB-1
157	4	Testigo 2	5	UB-5
158	4	Testigo 2	18	UB-18
159	4	Testigo 2	26	UB-26
160	3.5	B	22	UB-22
Promedio	4.48375			