

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades mejoradas de maíz morado (*Zea mays*) en Tumbaco - Pichincha

María José Borja Fornell

Mario Caviedes, MSc., Dr., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresas

Quito, Mayo 2013

Universidad San Francisco de Quito.

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades mejoradas de maíz morado (*Zea mays*) en Tumbaco - Pichincha

María José Borja Fornell

Mario Caviedes, MSc., Dr.

Director de tesis

Antonio León, Ph.D.

.....

Miembro del comité de tesis

Raúl de la Torre, Ph.D.

.....

Miembro del comité de tesis

Eduardo Uzcátegui, Ph.D.

.....

Director de Ing. en Agroempresas

Quito, Mayo 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: María José Borja Fornell

C. I.: 171821856-1

Fecha: Quito, Mayo 2013

Agradecimiento

Agradezco a mis padres Mauricio y Cristina y a mis hermanos Xavier y Cristina por incondicional apoyo durante el transcurso de mi carrera. Agradezco también a mis profesores Eduardo Uzcátegui, Raúl de la Torre, Carlos Ruales, Antonio León y de forma especial a Mario Caviedes por su ayuda invaluable durante estos años de estudio, y a mis compañeros y amigos por su constante apoyo.

Resumen

El maíz, *Zea mays*, es un cultivo tradicional de la zona andina. En la actualidad la producción nacional de maíz en Ecuador está enfocada principalmente a los tipos maíz amarillo duro y suave. En el caso del cultivo de maíz morado, los pequeños agricultores lo han dejado de cultivar debido al bajo rendimiento y falta de semillas certificadas, por lo que la producción de semillas de este tipo de maíz, permitiría incrementar la oferta de este producto y sus derivados. Por otro lado, el maíz morado presenta varios beneficios a la salud debido al contenido de antocianinas (antioxidantes) que presentan sus granos.

El presente estudio pretende producir eficientemente semilla de dos variedades de maíz morado, además demostrar que la producción de semillas de este cultivo es rentable y que existe demanda creciente. Por otro lado, se evaluaron las características agronómicas de dos variedades de maíz morado, variedad A y variedad B, tomando en cuenta ocho variables: cuatro durante el ciclo productivo (porcentaje de germinación, días a la floración, altura de la planta y altura de inserción de la mazorca) y cuatro en el momento de la cosecha (longitud, diámetro, número de hileras por mazorca y peso de campo); cada variable mencionada se obtuvo a partir de un promedio realizado de cinco plantas por familia tomadas al azar. El sistema de producción de semillas utilizado fue el de medios hermanos, donde se evaluaron 44 familias por variedad. Ambas variedades fueron evaluadas durante dos ciclos de producción.

En el primer ciclo de producción de la variedad B se estimó un rendimiento de semillas total de 2,568.88 kg/ha, mientras que en la variedad A existió un comportamiento irregular debido a la gran influencia ambiental por lo que no se pudo hacer una estimación del rendimiento. En cuanto al segundo ciclo de producción, la variedad A presentó un rendimiento de semilla de 3,343.2 kg/ha significativamente mejor que el rendimiento de la B fue de 3,098 kg/ha.

Además se determinó, mediante el análisis financiero, que el estudio requiere una inversión inicial total de \$133,983.4 y se obtuvo una tasa interna de retorno de 36%, con un valor presente neto positivo de \$31,693.48 y una relación beneficio costo de \$1.88.

Abstract

Corn, *Zea mays*, is a traditional crop in the Andean región. Nowadays, the national corn production in Ecuador is mainly focused on the types hard yellow and soft kernels. In the case of purple corn, small farmers have stopped growing due to low yield production and lack of certified seeds, thus seed production of purple corn will help to increase the supply of this product and its derivatives. On the other hand, several health benefits are attributed to the purple maize due to the content of anthocyanins (antioxidants) in the kernels.

This study aims to efficiently produce seeds of two varieties of purple corn, and demonstrate that the seed production of this crop is cost effective and the demand is increasing. Furthermore, the agronomic characteristics of the two varieties of purple corn, variety A and variety B, were evaluated. Eight variables were considered: four during the production cycle (germination percentage, days to flowering, plant height and the insertion of cob) and four at time of harvest (length, diameter, number of rows per cob and yield), each referred variable was obtained from an average of five random plants per family. The seed production system used was half- brothers, where 44 families per variety were evaluated. Both varieties were evaluated during two production cycles.

In the first production cycle of the variety B, the total yield seed production estimated was 2,568.88 kg/ha, while the variety A presented an irregular behavior due to the environmental influence during the productive process, thus the yield seed production couldn't be estimated. On the second production cycle, variety A had a seed yield of 3,343.2 kg/ha while the seed yield of B was 3,098 kg/ha.

Additionally, a financial analysis determined that this study requires a total initial investment of \$133,983.4 and obtained a 36% internal rate of return, with a positive present net value of \$31,693.48 and a cost – benefit ratio of \$1.88.

Índice

1	Introducción	12
1.1	Antecedentes	12
1.2	Justificación	14
2	Objetivo general	15
2.1	Objetivos específicos.....	15
3	Hipótesis.....	16
4	Marco teórico.....	16
4.1	Tecnologías para la producción semilla	17
4.2	Estudio de mercado	18
4.3	Estudio económico – financiero	19
5	Materiales y métodos	19
5.1	Análisis de la demanda.....	19
5.2	Análisis económico – financiero.....	20
5.3	Tamaño y localización del estudio	21
5.4	Variedades A y B.....	22
5.5	Manejo de los dos lotes para producción de semilla.....	22
5.6	Pruebas estadísticas	26
5.7	Rendimiento ton/ha de las variedades A y B	28
6	Resultados	28
6.1	Estudio de mercado	28
6.1.1	Descripción de producto	28
6.1.2	Análisis de la demanda.....	29
6.1.3	Análisis de la oferta	36
6.1.4	Análisis de los precios.....	40
6.1.5	Análisis de la comercialización	42
6.2	Estudio económico - financiero.....	43
6.2.1	Inversión inicial.....	44
6.2.2	Costos y gastos	44
6.2.3	Depreciación y amortización	47
6.2.4	Ingresos y flujo de caja	48
6.2.5	Tasa Interna de Retorno y Valor Presente Neto	50

6.2.6	Beneficio / Costo	50
6.3	Evaluación agronómica del primer ciclo de producción de semillas de maíz morado	51
6.3.1	Variable 1: Porcentaje de germinación	51
6.3.2	Variable 2: Días a la floración	52
6.3.3	Variable 3: Altura de planta	54
6.3.4	Variable 4: Altura de inserción de la mazorca.....	56
6.3.5	Variables: 5 (longitud de mazorca), 6 (diámetro de mazorca), 7 (número de hileras por mazorca) y 8 (peso de campo)	58
6.3.6	Estimación de rendimiento de semilla en el primer ciclo de producción	64
6.4	Evaluación agronómica del segundo ciclo de producción de semillas de maíz morado	65
6.4.1	Variable 1: Altura de planta	65
6.4.2	Variable 2: Altura de inserción de la mazorca.....	67
6.4.3	Variables: 3 (longitud de mazorca), 4 (diámetro de mazorca), 5 (número de hileras por mazorca) y 6 (peso de campo)	69
6.4.4	Estimación de rendimiento de semilla en ambas variedades durante el segundo ciclo de producción.....	76
6.4.5	Comparación de medias de ambas variedades en cuanto a rendimiento de semilla....	77
6.5	Comparación rendimiento de semilla de la variedad B entre los dos ciclo de producción ...	79
7	Discusión	81
8	Conclusiones.....	84
9	Recomendaciones	85
10	Referencias.....	87
11	Anexos.....	91
11.1	Anexo 1: Método de mínimos cuadrados para importaciones de maíz duro.....	91
11.2	Anexo 2: Método de mínimos cuadrados para importaciones de maíz morado.....	91
11.3	Anexo 3: Maíz suave seco: Porcentaje de superficie sembrada y producción (región y provincia).....	91
11.4	Anexo 4: Análisis de suelo de los lotes para producción de semilla	92
11.5	Anexo 5: Actividades realizadas en campo	93
11.6	Anexo 6: Esquema de siembra “medios hermanos” en las variedades A y B	95
11.7	Anexo 7: Resumen de medias del primer ciclo de producción de semillas	97
11.8	Anexo 8: Resumen de resultados y significación estadística con la Prueba “t” de Student ..	97

Índice de tablas

Tabla 1: Composición química proximal de las partes del grano de maíz (%).....	29
Tabla 2: Principales países importadores de maíz	30
Tabla 3: Importaciones ecuatorianas de maíz amarillo	31
Tabla 4: Proyección de importaciones de maíz amarillo en Ecuador	32
Tabla 5: Importaciones ecuatorianas de maíz morado	32
Tabla 6: Proyección de importaciones de maíz morado en Ecuador.....	33
Tabla 7: Consumo per cápita (kg) de maíz suave.....	35
Tabla 8: Principales países productores de maíz	36
Tabla 9: Exportación ecuatoriana de maíz amarillo	37
Tabla 10: Producción de semillas de maíz en Ecuador	38
Tabla 11: Producción mundial de semillas de maíz.....	39
Tabla 12: Superficie cosechada (ha) y producción (ton) de maíz suave en la región Sierra..	39
Tabla 13: Tabla de inversión inicial del proyecto	44
Tabla 14: Costos variables por hectárea para producción de semilla	45
Tabla 15: Costos fijos anuales	46
Tabla 16: Gastos de venta	46
Tabla 17: Gastos administrativos.....	47
Tabla 18: Tabla depreciación	47
Tabla 19: Tabla de amortización.....	48
Tabla 20: Estimación de ingresos para 10 hectáreas en cinco años.....	48
Tabla 21: Flujo de caja	49
Tabla 22: Porcentaje de germinación.....	51
Tabla 23: Días a la floración	53
Tabla 24: Altura de planta (cm)	54
Tabla 25: Altura de inserción de la mazorca (cm).....	56
Tabla 26: Longitud de mazorca (cm).....	58
Tabla 27: Diámetro de mazorca (cm).....	60
Tabla 28: Número de hileras por mazorca	61
Tabla 29: Peso de campo (kg) de mazorcas cosechadas por familia	63
Tabla 30: Altura de planta (cm)	65
Tabla 31: Altura de inserción de la mazorca (cm).....	67
Tabla 32: Longitud de mazorca (cm).....	69
Tabla 33: Diámetro de mazorca (cm).....	71
Tabla 34: Número de hileras por mazorca	72
Tabla 35: Peso de campo (kg) de mazorcas cosechadas por familia	74
Tabla 36: Datos obtenidos de cada variedad para la estimación de rendimiento.....	76
Tabla 37: Rendimiento de semilla.....	77
Tabla 38: Rendimiento de semilla (ton/ha) en el segundo ciclo de producción	77
Tabla 39: Rendimiento de semilla de la variedad B en los dos ciclos de producción (ton/ha)	79

Índice de gráficos

Gráfico 1: Tendencia de importaciones de maíz amarillo	31
Gráfico 2: Distribución del área sembrada de maíz duro por provincia	37
Gráfico 3: Tendencia de producción de semillas de maíz en Ecuador	38
Gráfico 4: Tendencia de precios al productor de maíz amarillo, Ecuador	40
Gráfico 5: Tendencia de precios al productor de maíz en el año 2009, Ecuador	41
Gráfico 6: Precios al productor y al mayorista para maíz suave	42
Gráfico 7: Comercialización de maíz en Ecuador	42
Gráfico 8: Distribución de la variable 1, porcentaje de germinación	52
Gráfico 9: Distribución de la variable 2, días a la floración	54
Gráfico 10: Distribución de la variable 3, altura de planta	55
Gráfico 11: Distribución de la variable 4, altura inserción de la mazorca	57
Gráfico 12: Distribución de la variable 5, longitud de mazorca	59
Gráfico 13: Distribución de la variable 6, diámetro de mazorca	60
Gráfico 14: Distribución de la variable 7, número de hileras por mazorca	62
Gráfico 15: Distribución de la variable 8, peso de campo de mazorcas cosechadas por familia	64
Gráfico 16: Distribución de la variable 1, altura de planta	66
Gráfico 17: Distribución de la variable 2, altura de inserción de la mazorca	68
Gráfico 18: Distribución de la variable 3, longitud de mazorca	70
Gráfico 19: Distribución de la variable 4, diámetro de mazorca	72
Gráfico 20: Distribución de la variable 5, número de hileras por mazorca	73
Gráfico 21: Distribución de la variable 6, peso de campo (kg) de mazorcas cosechadas por familia	75
Gráfico 22: Porcentaje de heterosis en la variedad B en cuanto a peso de campo	75
Gráfico 23: Distribución del rendimiento de semilla (ton/ha) en el segundo ciclo de producción	78
Gráfico 24: Distribución del rendimiento de semilla de la variedad B en los dos ciclos de producción (ton/ha)	80

1 Introducción

1.1 Antecedentes

El maíz (*Zea mays*), originario de zonas altas Andinas y Centro América, es el cultivo que presenta mayor diversidad de texturas, especialmente en su forma nativa (Torres et al, 2012). Siendo Ecuador uno de los tantos países productores de maíz, de los tipos maíz duro y suave en choclo y seco, su producción nacional no abastece el mercado local, razón por la que Ecuador importa dicho producto (Racines et al, 2011). En la actualidad existe un total de 349,346 hectáreas sembradas de maíz solo y 122,199 hectáreas de maíz en asociación a nivel nacional, las cuales se encuentran distribuidas principalmente en la región sierra con un total de 135,982 ha de maíz solo y 102,632 ha de maíz en asociación, siendo las principales provincias productoras Bolívar, Chimborazo y Loja de maíz solo y Azuay, Bolívar y Loja de maíz en asociación (SIGAGRO, 2011).

Como se puede observar, la producción nacional de maíz en Ecuador está enfocada a los tipos de maíz más consumidos (maíz duro y suave en choclo), los cuales por tanto, presentan mayor demanda. Por otro lado, la producción de maíz morado ha pasado a segundo plano, como muestran las estadísticas, este cultivo no está considerado entre los principales tipos de maíz cultivados en Ecuador; entre los motivos por los que no existe interés de cultivar este tipo de maíz por parte de los agricultores están la poca demanda del mismo y la falta de producción de semillas certificadas. Actualmente el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es la única institución que produce semillas para cultivos de la sierra ecuatoriana y ésta no dispone de semillas de maíz morado, lo cual significa que en la actualidad ninguna institución produce semilla certificada de maíz morado para su comercialización, y por tanto el incremento de la superficie de su área de cultivo se ve afectado (INIAP, 2013). Además, existe falta de información por parte de las

instituciones encargadas sobre el costo de producción de semilla de este tipo de maíz, como resultado los productores no presentan interés por este cultivo. Por otro lado, el maíz morado presenta bajo rendimiento comparado con los tipos tradicionales ya mencionados (2500 kg/ha de maíz harinoso comparado con 2800 – 3000 kg/ha de maíz morocho amarillo), esta es una de las razones por las cuales la producción de maíz morado no ha sido muy difundida, lo cual se ve reflejado en las cifras de producción nacional (Caviedes, 2010).

Entre otros aspectos asociados a la problemática de producción de semilla de este tipo de maíz está la falta de información sobre el control de plagas y enfermedades; INIAP presenta muy buenas alternativas de control de manejo integrado de plagas (MIP), pero esta información no se encuentra suficientemente difundida. Un ejemplo de esta tecnología MIP, es el control del gusano de la mosca del choclo, *Euxesta eluta*, con la aplicación de aceite comestible (aproximadamente 3 gotas) en la punta de la mazorca, específicamente en los estigmas (Villavicencio y Vásquez, 2008). Otro aspecto asociado a la problemática es la falta de información sobre la adaptación del maíz morado a diferentes niveles de altitud. Actualmente, la Universidad San Francisco de Quito se encuentra evaluando variedades mejoradas de maíz morado pero estos materiales no han sido probados en cuanto a adaptación a diferentes altitudes y regiones.

Químicamente, el maíz está compuesto de proteínas, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, almidón y azúcar (Velásquez et al, 2008). Cada uno de estos componentes se encuentra en diferentes porcentajes según la parte del grano. El grano del maíz presenta tres elementos principales: pericarpio, endospermo y germen. El germen es la parte más rica en proteínas extracto etéreo, cenizas y azúcar, el endospermo contiene el mayor porcentaje de almidón mientras que el pericarpio presenta el mayor porcentaje de fibra cruda (FAO, 1993). Aunque muchas personas desconocen, el maíz morado presenta, aparte de todos los componentes ya mencionados, características nutricionales muy interesantes. Esta variedad de maíz

presenta coloración morada en el raquis y los granos, esta pigmentación es producida por el contenido de antocianinas que posee. Las antocianinas son antioxidantes, es decir, “sustancias que, al estar presente en bajas concentraciones comparada a las de un sustrato oxidable, previene o retarda la oxidación de dicho sustrato y que protege a los sistemas biológicos frente a efectos potencialmente perjudiciales tanto de procesos como reacciones que causan excesivas oxidaciones” (Halliwell, 1999). Varios estudios han comprobado que las antocianinas previenen el desarrollo de cáncer de colon, baja la presión sanguínea, baja el colesterol, promueve la buena circulación sanguínea, promueve la formación de colágeno, entre otros beneficios más. Con este respaldo nutricional, se puede incentivar la generación de productos agroindustriales con valor agregado basados en maíz negro y fomentar así su consumo y por consiguiente incrementar su demanda.

1.2 Justificación

En la actualidad, existe limitada disponibilidad de semilla certificada de maíz morado, lo cual provoca que el mercado no esté abastecido de cantidad suficiente de semillas de calidad. La producción de semillas de maíz morado permitirá incrementar la oferta del producto y, además de presentar precios accesibles para los agricultores, éstos se verán beneficiados al tener un producto proveniente de una fuente confiable que garantizará un producto libre de patógenos. Asimismo, se puede aprovechar las propiedades químicas y nutricionales de este cultivo, el cual posee antioxidantes llamados antocianinas, las cuales brindan varios beneficios a la salud, propiedad que permitirá al agricultor tener varias opciones, fuera de las tradicionales, para elaborar productos agroindustriales con valor agregado basados en este tipo de maíz. Como consecuencia, se logrará una mayor difusión de este cultivo, lo cual incentivará a nuevos agricultores a cultivarlo.

Por otro lado, se propondrá implementar un sistema de producción de semilla que sea eficiente y económico. Para esto, se pretende utilizar toda la tecnología disponible, logrando así maximizar los rendimientos de semilla por hectárea sembrada. Además, se practicará el sistema de manejo integrado de plagas (MIP) y se utilizará abonos orgánicos garantizando una producción estable a más de un sistema amigable con el ambiente.

Uno de los aspectos más importantes de la producción de semillas es el de garantizar una buena rentabilidad económica. Esto se consigue produciendo semilla a menores costos y teniendo una mayor producción; es importante enfatizar que los costos de producción de semilla no deben representar más del 5 al 10% del costo total de producción para lograr obtener una buena rentabilidad económica. Actualmente, el precio de la semilla del maíz suave mejorado es de \$ 3.00/kg, este precio permite al productor de semillas tener un margen de maniobra en caso de cualquier eventualidad con respecto al aumento de alguno de los costos inherentes al proceso de producción.

2 Objetivo general

- Producir eficientemente semilla de dos variedades mejoradas de maíz morado.

2.1 Objetivos específicos

- Aumentar la oferta de semilla certificada de cada variedad para el mercado local.
- Evaluar las características agronómicas de las dos variedades de maíz morado.
- Incrementar el nivel de productividad para la producción de semilla.
- Estimar la rentabilidad de la producción de semilla por medio de diferentes indicadores financieros.

3 Hipótesis

La producción de semilla es un proceso que genera rentabilidad, superando la tasa mínima aceptable de rendimiento financiero de 11,18%, valor presente neto positivo y relación beneficio / costo superior a 1.

4 Marco teórico

El maíz es una especie alógama (polinización cruzada), es decir que el polen que va a fertilizar los granos durante el período de reproducción puede provenir de la misma planta o de una planta diferente. A diferencia de cultivos que se reproducen por autopolinización como el trigo, cuando las plantas de maíz se autofecundan la progenie resultante normalmente se caracteriza por presentar rasgos indeseables como tamaño de la planta reducido y bajos rendimientos; sin embargo, cuando la polinización es cruzada la progenie resultante presenta rasgos deseables como mayor tamaño de planta o mayor rendimiento, a esto se lo conoce como vigor híbrido o heterosis. Debido a que el vigor híbrido en el maíz es inestable de generación en generación por ser una planta de polinización cruzada, el uso de semillas de calidad en cada nuevo ciclo de cultivo es esencial para mantener rendimientos elevados (Pandey, 1998).

La semilla es un organismo vivo que porta consigo toda la información genética de las plantas. Debido a que esta información genética es la que determina la habilidad de las plantas para convertir el agua, la luz, el suelo y otros nutrientes en biomasa, lo que se ve reflejado en el rendimiento potencial que tendrá el cultivo, la semilla es el insumo que afecta en mayor medida la productividad en los cultivos agrícolas (Morris, 1998).

El establecimiento de un nuevo cultivo con semilla de calidad puede garantizar mejores resultados, así como alto poder germinativo. Cuando se utiliza semillas híbridas, el vigor

híbrido atribuye a la planta mejores características tales como incremento de tamaño de planta o alto rendimiento (Morris, 1998). Para poder conseguir estas características deseadas, la semilla debe cumplir ciertos estándares de calidad, los cuales están determinados directamente por las condiciones de producción en campo y el manejo realizado después de la cosecha, donde se debe siempre mantener su calidad (Velásquez et al, 2008).

4.1 Tecnologías para la producción semilla

Uno de los aspectos más importantes en la producción de semillas es determinar el punto para iniciar la cosecha en el cual la semilla presenta la mejor calidad física, fisiológica y sanitaria, para esto es importante tomar en cuenta el contenido de humedad presente en el grano, así como la viabilidad del embrión y el desgrane que se realiza posteriormente. Para iniciar la cosecha se debe tomar en cuenta el punto de madurez fisiológica, es decir, “el punto en el que las semillas alcanzan el máximo de germinación, vigor y materia seca” (Velásquez et al, 2008), es este punto, las semillas ya no dependen de la planta madre, por lo que se las considera un organismo independiente, el cual depende únicamente de sus reservas almacenadas en el endosperma o cotiledones. Según estudios realizados por la INIAP en la estación Santa Catalina (2008), en el maíz, el punto de madurez fisiológica se da cuando la semilla presenta una humedad del 35%. Sin embargo, como ya se mencionó, se quiere que el vigor de las semillas sea elevado, cosa que está relacionada con el contenido de materia seca de las mismas, es decir, el vigor de las semillas aumenta proporcionalmente al contenido de materia seca presente (Delouche y Cadwell, 1960), por lo que una vez cosechadas las semillas, éstas deben ser secadas a un promedio de 13% de humedad para reducir la velocidad de respiración y deterioro, asegurando así su máximo vigor.

4.2 Estudio de mercado

El estudio de mercado es uno de los componentes esenciales para la elaboración de un proyecto, éste establece “la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización” (Baca, 2010), lo cual es la base del estudio de prefactibilidad para proyectos de inversión. Además ayuda a determinar la realidad y escenarios del mercado y es fundamental para la toma de decisiones.

Uno de los componentes de un estudio de mercado es la demanda, la cual se define como “la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado” y permite realizar proyecciones a partir de fuentes secundarias por extrapolación por tendencia histórica para una mejor toma de decisiones. Así mismo, el análisis de la oferta es otro componente esencial en el estudio de mercado, en el cual oferta se define como “la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado”, dicha definición permite entender la problemática que presenta el rubro maíz amarillo en Ecuador (Baca, 2010).

Por otro lado, los precios y la comercialización del producto a analizar en el proyecto de inversión también forman parte del estudio de mercado. En este caso, los precios se definen como “la cantidad monetaria a la cual los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio”. En cuanto a la comercialización, es una “actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar” (Baca, 2010).

4.3 Estudio económico – financiero

Uno de los principales objetivos del estudio económico es determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto (Baca, 2010), por lo que, para estimar la rentabilidad de la producción de semillas de maíz morado se consideró la inversión inicial, costos, gastos e ingresos. En base a estos aspectos, se realizó un flujo de caja en el cual se establecen los ingresos y egresos y permite visualizar el período de recuperación de las inversión a través del tiempo (Magri, 2006).

5 Materiales y métodos

5.1 Análisis de la demanda

Como ya se mencionó, el análisis de la demanda es parte fundamental de un estudio de mercado. Existen varios métodos o indicadores para estimar la demanda en un estudio. Una de las formas por las que la demanda futura puede ser proyectada es la regresión lineal por medio del método de mínimos cuadrados, para esto se requiere conocer los volúmenes de importaciones de maíz de años previos. A esta técnica se la denomina “método de mínimos cuadrados” debido a que “produce una recta tal que la suma de los errores al cuadrado es menor de lo que sería con cualquier otra recta” (Webster, 2001) en base del cual se realizó un modelo lineal aplicando la fórmula de regresión:

$$\hat{Y} = a + b(X)$$

Donde:

$a =$ *Intercepto*

$b =$ *Coficiente de Regresión*

$X =$ *Año futuro*

Otro indicador utilizado para estimar la demanda es el consumo nacional aparente (CNA), el cual puede ayudar a determinar si teóricamente existe demanda de maíz en Ecuador. CNA se define como la “cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere” (Baca, 2010) y se enuncia como:

$$CNA = \textit{Producción nacional} + \textit{importaciones} - \textit{exportaciones}$$

Además, se puede determinar el consumo per cápita (CPC) como un indicador adicional de la demanda, el cual está relacionado con el crecimiento de la población. El CPC se expresa como:

$$CPC = \frac{\textit{Producción nacional}}{\textit{Número de habitantes}}$$

5.2 Análisis económico – financiero

Para la elaboración del análisis económico – financiero se debe tomar en cuenta varios indicadores financieros, los cuales ayudarán a determinar la rentabilidad del estudio (Ilpes, 2006). Uno de los indicadores comúnmente utilizados es la tasa interna de retorno conocida como TIR, la cual “evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual” (Sapag, 2006), con la TIR “se trata de encontrar una sola tasa de rendimiento que resuma los méritos del proyecto” (Ross et al, 2010). La TIR está muy relacionada con el valor presente neto (VPN) el cual “es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Baca, 2010).

El último método de evaluación de proyectos que utilizó es la relación beneficio / costo, este método “no es muy diferente al VPN ya que utilizan los mismos parámetros, esto es, los flujos de caja descontados y la inversión. La diferencia concreta está en que en este

indicador la suma de los flujos de caja actualizados se divide para la inversión total”, además, “este indicador informa el rendimiento de cada dólar invertido, en términos de valor actual” (Sáenz, 2006).

5.3 Tamaño y localización del estudio

Para la realización de este estudio se utilizaron dos variedades de maíz morado, en las que se establecieron diferencias fenotípicas, y por tanto genotípicas, para determinar cuál de las dos variedades es la mejor opción para producir comercialmente semillas. A estas variedades se las denominó variedad A y variedad B, las cuales fueron sembradas en lotes independientes de 500 m², localizados en en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia de Tumbaco, a una altitud de 2,385 msnm y coordenadas 0°13'14.17" S y 78°24'14.34" O (Google Earth, 2011). Tumbaco además, presenta una precipitación anual promedio de 800 mm y una temperatura anual promedio de 17.5 °C. A pesar de que esta zona actualmente presenta un enfoque residencial, esta parroquia continúa manteniendo zonas agrícolas, de tal manera que se puede considerar una buena opción para una distribución centralizada de semillas debido a su cercanía a los mercados.

En este estudio se evaluó la producción de semilla de dos variedades de maíz morado en un área de 10 hectáreas, donde se espera un rendimiento aproximado de 3,000 kg/ha, siendo el 20% de la mazorca el raquis y el 80% la producción total de granos. De este 80%, el 80% de granos de la mazorca podrá destinarse para la producción de semillas, el 15% grano comercial, y el 5% restante es considerado granza (granos de menor tamaño presentes en los extremos de la mazorca), es decir se espera obtener 19,200 kg de semilla, 3,600 kg de grano comercial y 1,200 kg de granza en un área de 10 hectáreas. Además, para poder procesar el producto obtenido de los dos lotes de maíz morado, se utilizará una infraestructura de bloque de 18 metros de largo y 4 metros de ancho, en la cual se realizará limpieza, secado, desinfección y almacenamiento de las semillas obtenidas.

5.4 Variedades A y B

Cada variedad mencionada se deriva de diferentes fuentes, siendo los progenitores de la variedad A (S2) individuos segregantes de maíz morado obtenidos a partir de cruces interpopulacionales de dos pools genéticos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT): pool 5 y pool 6. Ambos pools, pool 5 HLWF (*High Land White Flint*) y pool 6 HLWD (*High Land White Dent*) son poblaciones con una base genética proveniente de germoplasma de maíz de las zonas altas andinas. En el caso de la variedad B (S2), los progenitores fueron colectados en la parroquia de El Quinche, Pichincha. Ambas variedades, A y B, han sido desarrolladas y evaluadas durante 8 años en la estación experimental INIAP-USFQ en la parroquia de Tumbaco, donde se realizaron dos autopolinizaciones con el fin de obtener mayor cantidad de grano negro en las mazorcas, para poder así ser utilizados como progenitores para el desarrollo de nuevas variedades comerciales (Torres et al, 2012).

5.5 Manejo de los dos lotes para producción de semilla

Para la producción de semillas de maíz se debe tomar en cuenta que este es un cultivo de polinización cruzada. En este caso que se trabajó con dos variedades distintas, se debe considerar el aislamiento para evitar la contaminación por polen entre las variedades a comparar, y que además, el lote de semillas sea poco uniforme (Velásquez et al, 2008). La distancia mínima de aislamiento en variedades de maíz es de 200 metros (Agrawal et al, 1998), en este caso, la distancia de aislamiento fue de 397 metros para el primer ciclo de producción y 57 metros en el segundo ciclo. Además, para asegurar un correcto aislamiento entre los dos lotes de producción de semilla, se sembró ambas variedades con una diferencia de tiempo mayor a 21 días, tiempo recomendado para maíces de igual ciclo (Riccelli, 2000).

- **Análisis de suelo:** El primer paso para la producción de semillas de maíz morado fue el análisis de suelo de los dos lotes donde se sembró cada variedad. Con la ayuda del análisis se determinó que el lote de la variedad A presentó un pH ligeramente ácido de 6.10, una conductividad eléctrica baja de 0.26 mmhos/cm y niveles bajos de material orgánica (1.69%). En cuanto a los macronutrientes, presentó un nivel suficiente de NH_4 (58.20 ppm), nivel bajo de fósforo de 5.30 ppm ± 0.84 y nivel alto de potasio de 0.51 meq/100ml ± 0.09). En cuanto al lote de la variedad B, éste presentó un pH prácticamente neutro de 7.30, una conductividad eléctrica baja de 0.30 mmhos/cm y niveles bajos de materia orgánica (1,31%). En cuanto a los macronutrientes, presentó bajos niveles de NH_4 (2.20 ppm), un nivel medio de fósforo de 16.10 ppm ± 2.57 y un nivel alto de potasio con (0.80 meq/100ml ± 0.14) (Anexo 4) (AGROBIOLAB, 2011).
- **Selección y preparación de semillas:** De cada variedad previamente descritas, A y B, se seleccionaron las mejores plantas de maíz morado basándose en variables como la altura de planta e inserción de la mazorca, llenado de grano, longitud, diámetro y peso de mazorca. Las semillas de las plantas seleccionadas de cada variedad fueron cosechadas y desinfectadas, y fueron utilizadas para la siembra del primer ciclo de producción de semillas.
- **Preparación del suelo:** Se realizó labores de arada, rastrada y surcada en cada lote designado para producción de semillas previo a la siembra.
- **Siembra y raleo:** Se sembraron 3 semillas por sitio (cada surco de 5 metros, plantas a 50cm de distancia, en total 33 plantas de maíz por surco). En la siembra se distinguieron dos tipos de plantas: las familias “hembras” y los “machos”; las familias hembras de las dos variedades (variedad A o B según el caso) proveerán las mazorcas que serán utilizadas como semillas para el siguiente ciclo de producción, mientras que los machos proveerán el polen para la fecundación de las mazorcas de las familias. Debido a que deben estar únicamente 2 plantas por sitio, un mes después de la siembra se realizó un

raleo donde se eliminó la planta menos vigorosa o albinas, dejando solamente 2 plantas por sitio. Sin embargo, antes de realizar el raleo, se tomaron datos del porcentaje de germinación para cada familia de cada variedad, siendo 33 plantas por surco el 100% de germinación (Anexo 5).

- **Fertilización:** Se aplicó 1 kg de urea por cada 100 m² en cada lote de producción de semillas y 20 sacos de 45 kg de codornasa por cada 1,000 m².
- **Labores culturales:** Entre las labores culturales se encuentran el control de malezas, realizado 2 semanas después de la siembra y, posteriormente conforme creció la maleza. Además aporques: medio aporque realizado a los 50 días de sembrado y aporque realizado a los 90 días de sembrado. Además, se colocó cobertores en las mazorcas para evitar daños provocados por pájaros (Anexo 5).
- **Control de plagas y enfermedades:** Para control de gusano de la mazorca (*Euxesta eluta*) se realizaron aplicaciones de aceite comestible, colocando 3 gotas en la punta de la mazorca, donde salen los estigmas (Villavicencio y Vásquez, 2008). Esta aplicación se la debe realizar tres veces. Además, se aplicó una concentración de 2.5 g de Dipel + 1 cc de Nun-film + 2,5 cc de Agroverde full por litro de agua, en total se aplicaron 40 litros para 1,000 m² de cultivo para control del gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) (Suquilanda, 2011).
- **Despanojamiento en lote de producción de semillas:** Cuando empezó la floración se prosiguió a eliminar las inflorescencias de las familias “hembras”, dejando exclusivamente las de plantas “macho” las cuales proveyeron el polen a las familias mencionadas (Pandey, 1998).
- **Medición de días a la floración:** Se tomaron los datos de floración de cada variedad con lo que se determinó el ciclo de cada una. Los días a la floración fueron determinados por cada familia, cada una de las cuales consistía de 22 plantas, cuando el 50% de la familia, es decir, por lo menos 11 plantas, presentaban floración femenina, ese día se

marcaba como el día de floración para cada familia respectivamente. Los días de floración totales fueron calculados desde el día de siembra de cada variedad hasta el día de floración.

- **Selección de las mejores plantas por familia:** En cada familia se seleccionaron las plantas que presentaban características deseables para el siguiente ciclo de producción como altura de planta, buen follaje, vigor y llenado de grano (Anexo 5).
- **Toma de datos agronómicos y análisis de resultados:** Se tomaron varios datos a lo largo del ciclo de cultivo como porcentaje de germinación, días a la floración, altura de planta, altura de inserción de mazorca y en el momento de la cosecha se tomaron datos de longitud de mazorca, número de hileras por mazorca y peso en campo de las mazorcas por cada familia. Dichos datos fueron utilizados posteriormente para los análisis estadísticos correspondientes (Anexo 5).
- **Cosecha y selección de mejores familias:** La cosecha se realizó diferenciando cada familia y separando las mazorcas de las plantas previamente seleccionadas como semillas para el siguiente ciclo de producción (Anexo 5).
- **Postcosecha: limpieza, secado, desinfección y almacenamiento:** La postcosecha es parte muy importante en la producción de semillas; aquí se utilizó un nuevo producto para desinfección de las mismas, llamado Celest, el cual fue aplicado 1 l/ton de semilla. Con esto se asegura reducir problemas durante el almacenamiento, el cual debe ser un lugar limpio y fresco.
- **Producción de semilla:** La técnica empleada para producción de semillas es el sistema de medios hermanos, sistema que permite controlar en gran medida la polinización de ambas variedades ya que, además de estar ubicadas en lotes aislados, se utiliza un patrón de siembra donde se tiene una proporción de 2:1 de plantas “hembras frente a machos” (anexo 6). En este caso, dos surcos que servirán como plantas madre o “hembra”, serán las unidades de selección, mientras que un surco será la planta padre o

“macho”, el cual proveerá de polen a las plantas “hembras” (Fontana y González, 2000). Debido a que en este caso se conoce la ascendencia de la planta madre pero no la del padre a esta técnica se la conoce como medios hermanos (se tiene control de un solo parental, es decir un padre en común) (Cubero, 2003).

Como parte del procedimiento se eliminaron las inflorescencias masculinas o panojas de los surcos de las plantas “hembras” (los cuales representaron la variedad respectiva) y cada surco fue marcado por familias. En cada variedad se analizaron 44 familias. Por otro lado, se dejaron las panojas de los surcos marcados como “macho” ya que éstas proveyeron polen a las “hembras” (Pandey, 1998). Además, antes de la cosecha se marcaron las plantas más vigorosas, de las cuales se seleccionaron las mejores mazorcas y se utilizaron sus semillas para el siguiente ciclo de selección y producción de semilla. En el segundo ciclo de producción se realizó el mismo procedimiento para la producción de semillas.

5.6 Pruebas estadísticas

Para poder comparar las dos variedades, se tomaron en cuenta siete variables: porcentaje de germinación, días a la floración, altura de planta e inserción de la mazorca, longitud, diámetro y número de hileras por mazorca. Con los datos de cada variable se realizó la Prueba “t” Pareada de Student, la cual “permite evaluar la significación estadística de la diferencia entre las medias, sobre la base de las diferencias entre los pares de resultados” (Sánchez, 2002) y con un nivel de significancia de 0.05 para todas las variables. Estas siete variables fueron medidas en las 44 familias presentes de cada variedad del primer ciclo de producción de semillas. Además, para poder realizar un mejor análisis de las variables mencionadas, se estandarizaron los datos de las mismas transformándolos a puntaje z mediante la siguiente fórmula, obteniendo así la distribución normal para cada variable a comparar (Lind et al, 2008).

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Donde:

X = *valor de cualquier observación o medición*

μ = *la media de la distribución*

σ = *la desviación estándar de la distribución*

Cabe recalcar que, según el Teorema del Límite Central, mientras más datos presente una muestra determinada, la distribución de éstos se asemejarán más a la curva normal, mientras que las muestras que presentan menor número de datos, tienden a alejarse de la distribución normal (Lind et al, 2008).

Una última variable considerada para determinar la producción de semillas de cada variedad fue el peso en campo de las mazorcas seleccionadas por familia, esta variable no pudo ser comparada con Prueba “t” Pareada de Student en el primer ciclo de producción de semillas ya que varias familias de la variedad A no presentaron características deseadas por lo que no fueron seleccionadas, es decir, de las 44 familias se seleccionaron únicamente 18 familias de la variedad A. Los datos de la variable peso en campo de las mazorcas seleccionadas por familia fueron estandarizados con el puntaje z de igual manera que las siete variables mencionadas, con lo que se obtuvo la distribución normal.

Por otro lado, con las ocho variables mencionadas se determinó la media, rango, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, desviación estándar de la diferencia entre medias y el error estándar de la media para cada variedad, con lo que se pudo realizar una mejor comparación entre las dos variedades.

En el segundo ciclo de producción de semillas se tomaron en cuenta cinco variables: altura de planta e inserción de la mazorca, longitud, diámetro y número de hileras por mazorca, con

las que se realizó la Prueba “t” Pareada de Student. Además, se consideró el peso en campo de las mazorcas seleccionadas por familia para determinar producción de semillas de cada variedad. Con cada variable obtenida en el segundo ciclo de producción de semillas se determinó la media, rango, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, desviación estándar de la diferencia entre medias y el error estándar de la media.

5.7 Rendimiento ton/ha de las variedades A y B

Se determinó el rendimiento para cada variedad con el 30% de humedad en base a la siguiente fórmula:

$$PGC = PC \times \left(\frac{100 - H}{85} \right) \times \left(\frac{10}{AEP} \right)$$

Donde:

$PGC =$ Rendimiento en grano para 15% de humedad en ton /ha

$PG =$ Peso de grano, 80% de la mazorca es grano

$100 - H =$ Coeficiente en porcentaje de materia seca

$85 =$ Coeficiente para corrección de humedad al 15%

$\frac{10}{AEP} =$ Factor de corrección para transformar Kg por parcela en ton/ha

$AEP =$ Area efectiva de la parcela

6 Resultados

6.1 Estudio de mercado

6.1.1 Descripción de producto

El maíz morado, como ya se mencionó, es un cultivo originario de zonas altas Andinas, durante miles de años ha sido utilizado por nuestros ancestros para crear distintos productos tradicionales (chicha morada en Perú), los cuales ahora se conoce, son muy beneficiosos

para la salud, debido al elevado contenido de antocianinas que este maíz presenta. Debido a sus características nutricionales, a este tipo de maíz se le atribuye propiedades medicinales como prevenir enfermedades, promover la formación de tejidos, etc., además de sus características industriales para la producción de harinas y balanceados.

En cuanto a la composición química del maíz, consta de una cubierta seminal o pericarpio que presenta un alto contenido de fibra cruda (87%) la cual se encuentra formada principalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0,1%); el endospermo contiene un alto porcentaje de almidón (87%) y en menor cantidad proteínas (8%) y grasas crudas; el germen se compone principalmente por grasas crudas (33%), proteínas (20%) y minerales como se detalla a continuación.

Tabla 1: Composición química proximal de las partes del grano de maíz (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3.7	8.0	18.4
Extracto etéreo	1.0	0.8	33.2
Fibra cruda	86.7	2.7	8.8
Cenizas	0.8	0.3	10.5
Almidón	7.3	87.6	8.3
Azúcar	0.34	0.62	10.8

Fuente: FAO, El maíz en la nutrición humana, 1993

Además de todos estos compuestos químicos básicos para la nutrición humana, el maíz morado presenta un alto porcentaje de antocianinas los cuales, cumplen un papel fundamental en la salud humana.

6.1.2 Análisis de la demanda

Para el análisis de la demanda, es importante conocer los principales países importadores de maíz a nivel mundial, lo cual nos permite tener una idea más clara de qué países requieren este producto (en grano o procesado), ya sea porque no lo producen o porque su

producción nacional no abastece la demanda local. A continuación, en la tabla 2 se presentan los diez principales países importadores de maíz a nivel mundial según la FAO.

Tabla 2: Principales países importadores de maíz

Posición	Región	Cantidad ton	Valor 1000\$	\$/ton
1	Japón	16,192,600	3,709,510	229
2	República de Corea	7,334,320	1,637,990	223
3	México	7,260,620	1,436,750	198
4	China	4,676,032	1,436,750	209
5	España	4,049,130	930,467	230
6	Unión Europea (27)	2,829,792	874,600	309
7	Egipto	1,935,440	833,724	431
8	Países Bajos	3,146,330	770,131	245
9	Colombia	3,245,040	671,171	207
10	Irán	3,735,010	652,278	175

Adaptación estadísticas de FAO STAT, 2009.

Como se puede observar, Japón es el mayor importador de maíz, seguido por Corea y México. Algo interesante es que en la novena posición se encuentra Colombia, el cual importó 3,245,040 toneladas en el año 2009, la cual es una cantidad considerable tomando en cuenta que Colombia es un país agrícola.

En Ecuador, la producción nacional de maíz no abastece el mercado nacional, una de las causas por la que se produce este fenómeno es que el maíz es un cultivo estacionario y su principal mercado, los alimentos balanceados, requiere grandes volúmenes del mismo, razón por la cual Ecuador tiene la necesidad de importar este producto (SIGAGRO, 2011). Bajo estas condiciones, se determina que la variable bajo estudio será las importaciones de maíz amarillo en Ecuador de los años 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010 la cual ayudará a pronosticar un posible escenario de importaciones con una proyección a cinco años. A

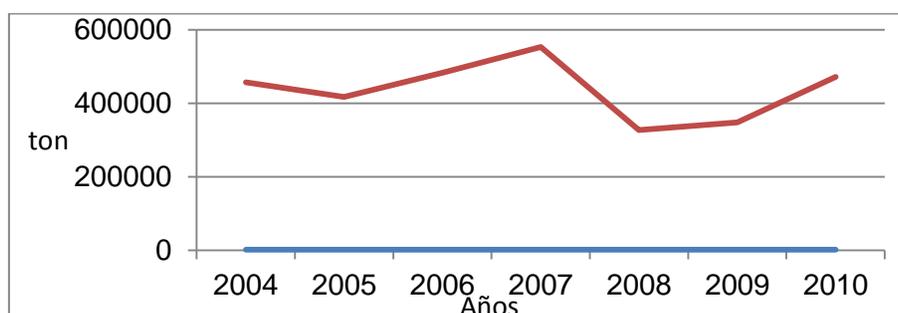
continuación se presentan las importaciones realizadas durante los años mencionados y el gráfico que representa su tendencia.

Tabla 3: Importaciones ecuatorianas de maíz amarillo

Importaciones maíz amarillo	
Año	ton
2004	457,710
2005	417,866
2006	483,320
2007	553,160
2008	327,952
2009	348,681
2010	471,695

Fuente: Estadísticas importación, Banco Central del Ecuador

Gráfico 1: Tendencia de importaciones de maíz amarillo



Al observar la tabla 3 y el gráfico 1, se pueden ver los cambios que han ocurrido en las importaciones de maíz en Ecuador. Tomando como base el año 2004, se puede observar que hasta el año 2007 Ecuador ha importado importantes volúmenes de maíz, pero en los años 2008 y 2009 se presenta una baja de importaciones significativa. En el año 2010 las importaciones se elevan nuevamente, siendo en todos los años Estados Unidos el principal proveedor del producto, a excepción del año 2010, en el cual el principal país proveedor del producto fue Argentina con 300,832 ton. Una vez conocidos los volúmenes de importaciones

se procede a proyectar las importaciones de maíz en los próximos cinco años para poder así estimar la demanda futura con el “método de mínimos cuadrados”.

Tabla 4: Proyección de importaciones de maíz amarillo en Ecuador

Años	Proyección modelo lineal (ton)
2011	419,213.21
2012	410,220.96
2013	401,228.71
2014	392,236.46
2015	383,244.21

Observando el anexo 1, se puede apreciar que la baja de importaciones de los años 2008 y 2009 afecta significativamente la tendencia de incremento de importaciones en los próximos años, a pesar de que en el año 2010 existe un incremento significativo de importación de maíz. Estas variaciones en las importaciones de maíz en Ecuador afectan directamente a la proyección a cinco años de la variable. En la tabla 4 se puede observar cómo, según la proyección, las importaciones decrecen a medida que pasan los años, con lo cual se puede pensar que las importaciones de maíz en Ecuador en los próximos años disminuirán y una de las causas puede ser que la oferta nacional de maíz se incremente en los próximos años.

Tabla 5: Importaciones ecuatorianas de maíz morado

Importaciones maíz morado	
Año	ton
2008	85.88
2009	225.32
2010	338.96
2011	258.5
2012	231.82

Fuente: Estadísticas importación, Banco Central del Ecuador

En cuanto a la demanda de maíz morado en Ecuador, a diferencia del maíz duro, ésta tiende a aumentar cada año como se presenta en la tabla 5. Cabe recalcar que, para todos los años, las importaciones han provenído únicamente de Perú.

Al proyectar la demanda futura de maíz morado en el Ecuador utilizando el mismo método previamente mencionado, se tiene que la demanda tiende a aumentar a medida que pasan los años como se presenta en la tabla 6, donde se proyectan las importaciones de maíz morado para los próximos cinco años (anexo 2).

Tabla 6: Proyección de importaciones de maíz morado en Ecuador

Años	Proyección Modelo Lineal (ton)
2013	325.61
2014	358.12
2015	390.62
2016	423.13
2017	455.64

Por otro lado, con el indicador de consumo nacional aparente de maíz duro (CNA) se puede también realizar una estimación de la demanda. Es este caso se reemplazan los valores de producción nacional del año 2009 (811,385 ton), importaciones del 2009 (348,681 ton) y la exportaciones del mismo año (44,601 ton), se obtiene que el consumo nacional aparente de maíz en Ecuador es de 1,115,465 ton, lo cual significa que existe una alta tasa de consumo de maíz amarillo en Ecuador, como ya se mencionó, el destino principal es la industria de balanceados (FAOSTAT, 2011)(BCE, 2011).

Además, al usar el consumo per cápita (CPC) como un indicador adicional de la demanda se obtiene que, la producción nacional de maíz en Ecuador en el año 2009 fue de 811,385,000 kg y el número de habitantes hasta este año según la INEC es de 14,055,499 personas

(FAO STAT, 2011)(INEC, 2013). Reemplazando los valores mencionados en la fórmula para obtener el indicador, se obtiene 57.7 kg de maíz, valor que representa el CPC de maíz en Ecuador. El CPC anual obtenido representa una cantidad considerable de consumo, ya que significa que al mes una persona consume un promedio de 4.8 kg de maíz, claro está que no toda la producción nacional es destinada al consumo personal (consumo indirecto a través del consumo del pollo y cerdo), de hecho el principal destino es industrial, como ya se mencionó, para la elaboración de balanceados (León y Yumbra, 2010).

Según estudios pasados de la demanda de maíz amarillo en Ecuador, realizados por SIGAGRO, las importaciones “representan alrededor del 35% del total necesario para abastecer la demanda de la industria de balanceados, que actualmente sobrepasa el millón de ton” (SIGAGRO, 2011) ya que “en el 2008 la producción llegó a las 687 mil ton de maíz seco y limpio y las importaciones ascendieron a las 327 mil ton lo que da un total aproximado de 1,014,000 ton” (SIGAGRO, 2011).

Con este estudio realizado por SIGAGRO, se comprueba que la demanda de maíz amarillo en la industria de balanceados es muy elevada, como consecuencia, Ecuador requiere la importación de este producto para satisfacer así las necesidades de dicha industria, además del consumo per cápita el cual representa una cifra considerable en cuanto a demanda. Por otro lado, la tendencia a la baja de importaciones que se obtuvo por medio de regresión lineal no necesariamente quiere decir que en los próximos años Ecuador requerirá menores volúmenes de maíz amarillo ya que la industria de balanceados, que es parte fundamental de la demanda, continuará creciendo, y probablemente Ecuador produzca mayores volúmenes de dicho producto en los próximos años. Sin embargo, se demostró que las importaciones de maíz morado tienden a aumentar año a año, esto demuestra que la producción de semillas de maíz morado en Ecuador tiene un mercado demandante creciente.

Por otro lado, CPC de maíz suave (tanto seco como choclo) ha aumentado progresivamente desde el año 2002 hasta el 2007. Para el año 2008 el CPC de maíz suave disminuyó en un 24% y para el año 2009 aumentó en un 40.2% como se presenta en la tabla 7. Hay que tomar en cuenta que las diferencias que existen en cuanto al CPC de maíz suave para cada año se deben a que la producción no es constante, razón por la que el CPC no presenta una tendencia creciente como la población nacional.

Tabla 7: Consumo per cápita (kg) de maíz suave

Año	Población nacional	Consumo per cápita (kg)
2002	12,660,728.00	6.47
2003	12,842,578.00	7.11
2004	13,026,891.00	9.27
2005	13,215,089.00	8.54
2006	13,408,270.00	8.63
2007	13,605,485.00	7.04
2008	13,805,095.00	5.35
2009	14,005,449.00	7.50
Promedio	13,321,198	7.49

Fuente: Ecuador en cifras, INEC 2013

Tomando en cuenta que los principales productores de maíz suave se encuentran en las provincias de la Sierra ecuatoriana (anexo 3), se puede hacer una estimación de la demanda de este tipo de maíz, cuyo principal uso es el consumo humano, con el indicador CPC. Tomando en cuenta únicamente la población presente en la Sierra ecuatoriana, quienes son los principales consumidores de maíz suave en el Ecuador (Suquilanda, 2011), se tiene 6,081,342 habitantes según el censo realizado por la INEC en el año 2010, mientras que la producción total de maíz (considerando tanto maíz suave seco como choclo) en la sierra en el mismo año fue de 106,773,233 kg. Al reemplazar estos valores en la fórmula del indicador CPC se obtiene 17.6 Kg de maíz suave per cápita para el año 2010, lo cual es un valor considerable ya que, en el caso del maíz suave el consumidor final son personas, a diferencia del maíz duro cuyo principal uso es la industria de los alimentos balanceados.

6.1.3 Análisis de la oferta

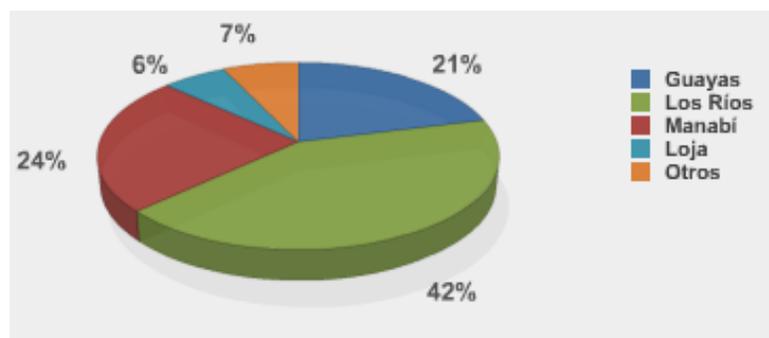
Al igual que en la demanda, es importante conocer los principales países productores de maíz a nivel mundial para tener un panorama más claro de cómo se encuentra la oferta de maíz. Según la FAO, Estados Unidos es el principal país productor de maíz, lo cual coincide con los datos del BCE en los cuales el principal país proveedor de maíz para Ecuador es Estados Unidos. A continuación en la tabla 8, se muestran los diez principales países productores de maíz del mundo según la FAO:

Tabla 8: Principales países productores de maíz

Posición	Región	Producción 1000\$	Producción ton
1	Estados Unidos de América	28,383,803	333,011,000
2	China	8,286,603	164,107,560
3	Brasil	2,382,436	51,232,400
4	Indonesia	1,695,687	17,629,700
5	India	1,670,258	16,680,000
6	Argentina	1,492,018	13,121,400
7	Sudáfrica	1,171,264	12,050,000
8	Francia	1,067,899	15,288,200
9	México	986,228	20,142,800
10	Nigeria	819,909	7,338,840

Adaptación estadísticas FAO STAT, 2009.

Como ya se mencionó anteriormente, la oferta de maíz en Ecuador no abastece el mercado nacional, razón por la cual es necesaria la importación de este producto. Según estudios de oferta de maíz amarillo realizados por SIGAGRO, la producción de maíz en Ecuador se centra principalmente en la región costa, siendo la provincia de Los Ríos el principal productor, representando el 42% de la producción total, le siguen las provincias de Manabí y del Guayas con 24% y 21% respectivamente, en cuanto a la región sierra, la provincia productora más representativa es Loja con 6% y 7% correspondiente a otras zonas del país (SIGAGRO, 2011).

Gráfico 2: Distribución del área sembrada de maíz duro por provincia

Fuente: SIGAGRO, agrocadena de maíz y avicultura – panorama nacional del maíz amarillo, 2011.

Según la FAO, en el año 2009 la producción nacional de maíz en Ecuador fue de 811,385 ton, mientras que según BCE las importaciones en el mismo año fueron de 348,681 ton (del cual 85.3% fue suministrado por Estados Unidos) y exportaciones de 44,601 ton, lo que nos muestra que la demanda tiende a ser insatisfecha ya que existe una alta producción de maíz pero esta producción no satisface el mercado, razón por la cual, se requiere la importación de volúmenes considerables de maíz amarillo para satisfacer el mercado local. En cuanto a las exportaciones, éstas son relativamente bajas comparado con las importaciones y producción nacional razón por la que no influye significativamente en este análisis. A continuación se presenta la tabla 9 con las exportaciones de maíz:

Tabla 9: Exportación ecuatoriana de maíz amarillo

Exportaciones maíz amarillo	
Año	ton
2004	38,291
2005	32,845
2006	39,034
2007	16,714
2008	18,560
2009	44,601
2010	3,812

Fuente: Estadísticas exportación, Banco Central del Ecuador.

Estos datos muestran cómo Ecuador tiende más a ser un país consumidor de maíz que un país exportador (en pequeños volúmenes), ya que en general su demanda es insatisfecha debido a los grandes volúmenes de maíz que requieren los productores industriales, especialmente la industria de los balanceados.

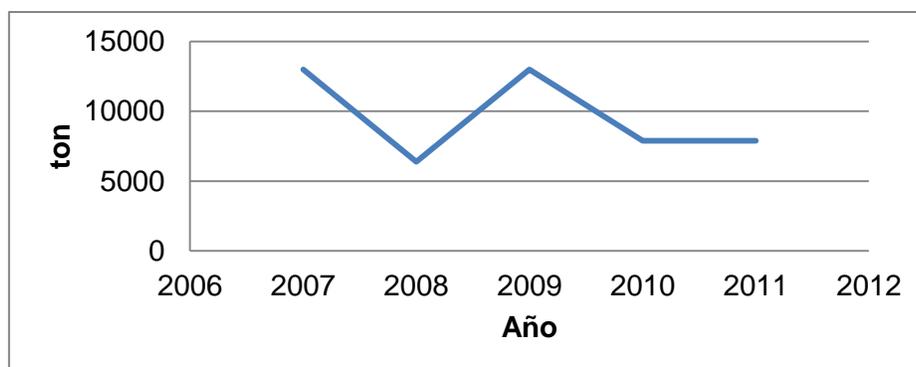
La tendencia del Ecuador a ser un país consumidor de maíz más que exportador se ve reflejada en la oferta de semillas dentro del país. Según estimaciones de la FAO, en Ecuador existe una oferta de maíz constante, a excepción de los años 2007 y 2009 donde se disparó la producción de semillas comparada con la de años posteriores como se puede apreciar en la tabla 10 y gráfico 3.

Tabla 10: Producción de semillas de maíz en Ecuador

Producción semillas de maíz, Ecuador	
Año	ton
2007	13,000
2008	6,389
2009	13,000
2010	7,899
2011	7,899

Fuente: FAO STAT, 2013.

Gráfico 3: Tendencia de producción de semillas de maíz en Ecuador



En cuanto a la oferta mundial de semillas de maíz, según la FAO la tendencia de producción de semillas es creciente a medida que pasan los años como se demuestra en la tabla 11.

Esta tendencia demuestra que, año a año, existe un incremento de extensión en los cultivos de maíz a nivel mundial.

Tabla 11: Producción mundial de semillas de maíz

Producción mundial semillas de maíz	
Año	ton
2007	5,838,717
2008	5,782,066
2009	5,793,986
2010	5,874,647
2011	6,092,092

Fuente: FAO STAT, 2013

En lo que refiere a la oferta de maíz suave en Ecuador, como ya se mencionó, la principal región que produce y consume este tipo de maíz es la Sierra, donde la producción (ton) y el rendimiento (ton/ha) han sido constantes año tras año a excepción de los años 2004, 2005 y 2006 donde el rendimiento por hectárea tuvo un aumento significativo como se presenta a continuación.

Tabla 12: Superficie cosechada (ha) y producción (ton) de maíz suave en la región Sierra

Año	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
2000	168,216	112,697	1,99
2001	152,106	97,294	1,98
2002	135,996	81,891	1,82
2003	143,069	91,363	1,98
2004	162,904	120,792	2,13
2005	150,155	112,853	2,25
2006	132,955	115,712	2,67
2007	131,415	95,745	1,89
2008	103,614	73,824	1,92
2009	136,911	105,017	1,91
2010	147,390	106,773	1,68

Fuentes: MAGAP, III CNA, SIGAGRO; INEC y ESPAC (2011).

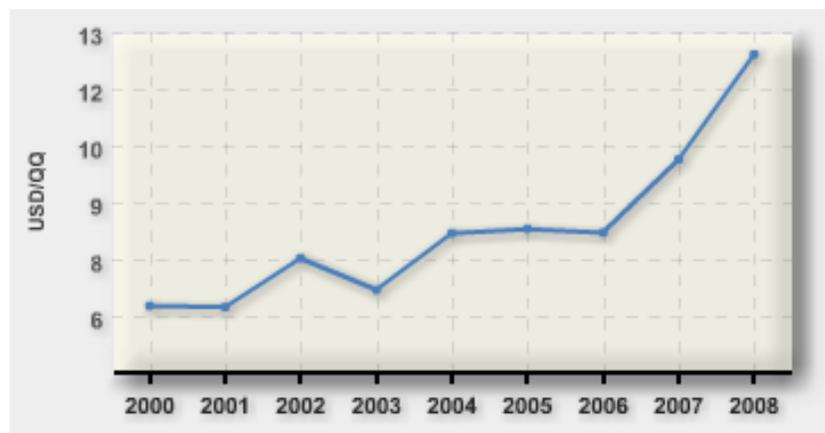
*Los datos incluyen maíz suave seco y maíz suave choclo.

Esta constante oferta de maíz suave en Ecuador demuestra que en esta región existe un mercado creciente que requiere una continua provisión de semillas de calidad para asegurar un buen ciclo de producción (Velásquez et al, 2008).

6.1.4 Análisis de los precios

Según estudios de precios al productor realizados por SIGAGRO (2011), “los precios del maíz son proclives a caer durante los meses de mayo, junio y julio debido a que en estos meses se cosecha la mayor cantidad de maíz en el año y un mayor volumen del producto hace que los precios caigan”, además demuestran que desde el año 2000 al 2008 el precio al productor se ha mantenido estable, pero en el 2008 sufrió un notable incremento “como consecuencia del encarecimiento de los insumos agropecuarios, lo cual elevó el costo de producción, que finalmente se tradujo en el incremento del precio del maíz” (SIGAGRO, 2011). A continuación se presenta un gráfico realizado por dicha identidad en el cual se muestra esta tendencia:

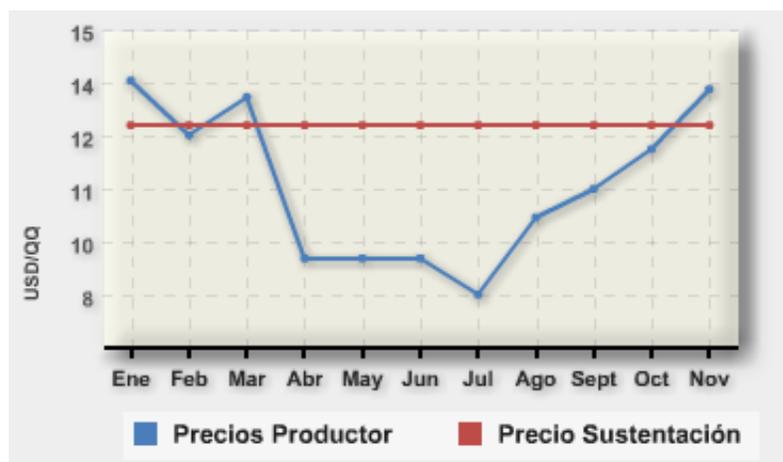
Gráfico 4: Tendencia de precios al productor de maíz amarillo, Ecuador



Fuente: SIGAGRO, agrocadena de maíz y avicultura – panorama nacional del maíz amarillo, 2011.

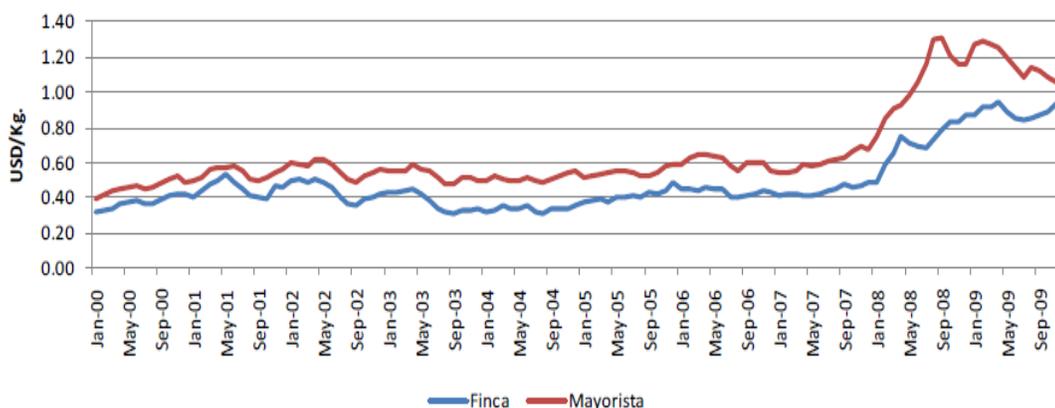
Por otro lado, SIGAGRO afirma que “el precio de sustentación fijado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) para la temporada invierno 2009, el 27 de marzo de 2009 y que continua vigente para el ciclo de verano 2009 fue de \$12,60 con 13% de humedad y 1% de impurezas” (SIGAGRO, 2011), sin embargo, a pesar de esta fijación de precios, en el primer semestre del 2009, el precio del maíz tuvo una tendencia a la baja siendo el mes de junio el más afectado con un precio de \$8.34/ 45kg. Este fenómeno se dio debido a que en este mismo año las importaciones se elevaron, causando una sobre oferta y como consecuencia una baja de los precios a pesar de que éstos fueron fijados por el MAGAP (SIGAGRO, 2011). A continuación se presenta un gráfico elaborado por SIGAGRO en el cual podemos visualizar esta tendencia:

Gráfico 5: Tendencia de precios al productor de maíz en el año 2009, Ecuador



Fuente: SIGAGRO, agrocadena de maíz y avicultura – panorama nacional del maíz amarillo, 2011.

Por otro lado, en el caso del maíz suave los precios, tanto al productor como al mayorista, presentan una tendencia creciente, siendo el precio máximo entre los años 2000 y 2009 para el mayorista de \$1.31/kg y para el productor de \$0.95/kg, como se presenta en el gráfico 6.

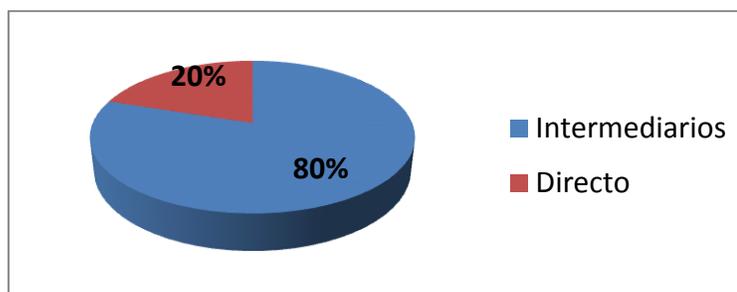
Gráfico 6: Precios al productor y al mayorista para maíz suave

Fuente: Ecuador en cifras. INEC, 2013.

En cuanto al precio de semilla de maíz producida por el INIAP, este varía en un 1,67% según si es semilla básica o certificada, siendo el precio de la primera \$3.00/kg y de la segunda \$2.95/kg (INIAP, 2013).

6.1.5 Análisis de la comercialización

En el mercado del maíz, la comercialización se basa en el mismo principio de comercialización de la mayoría de productos agrícolas, es decir por medio de intermediarios. Según Arteaga y Torres (2004), la comercialización de maíz realizada por medio de intermediarios representa el 80% de la producción ecuatoriana, mientras que el 20% restante de producción es comercializada de forma directa.

Gráfico 7: Comercialización de maíz en Ecuador

Arteaga y Torres, 2004.

Una de las razones de esta tendencia puede ser debido a que existen varios productos industriales a base de maíz en el mercado, muchos de los cuales son elaborados en el Ecuador, además de balanceados productos de consumo humano como enlatados, harina, tortillas y humitas producidos por industrias, cuyos proveedores comúnmente son intermediarios que compran la materia prima a los productores.

En cuanto a la comercialización de semillas de maíz, INIAP es el único productor de semillas para la región Sierra y el comercializador de las mismas para las diferentes zonas y regiones. El canal de comercialización en este caso es directo de productora a consumidor o de productor a un intermediario quien compra grandes volúmenes y vende al consumidor volúmenes más pequeños.

Uno de los principales problemas de la comercialización de maíz es que los productores normalmente utilizan parte del producto de sus cosechas como semilla para el siguiente ciclo de producción, es decir, en general no les interesa usar semilla de calidad y certificada en sus cultivos. Por otro lado hay que tomar en cuenta que muchas veces los productores se ven obligados a este tipo de prácticas debido a que INIAP no siempre tiene disponibilidad de semillas. Como consecuencia, las ventas de semilla cada vez disminuyen al igual que la producción de las mismas. Una buena forma de incentivar a los productores a comprar semillas certificadas es la oferta constante a lo largo del año de semillas, si los productores ven que existe disponibilidad de semillas siempre que ellos necesitan, es factible que éstos estuvieran dispuestos a adquirir este producto que certifica calidad y rendimiento.

6.2 Estudio económico - financiero

A partir de los datos que se han obtenido a través de las diferentes etapas a lo largo del estudio, se estimaron tanto la inversión para iniciar el estudio como los costos y gastos para

poder arrancar con las operaciones. Así mismo, se estimaron los ingresos aproximados para el primer año de producción de semillas.

6.2.1 Inversión inicial

Primeramente se procedió a calcular los activos fijos necesarios para emprender las operaciones del estudio, donde se consideró el terreno, infraestructura física para el procesamiento de las semillas, equipos, herramientas, maquinaria para limpiar y clasificar las semillas y vehículo para el transporte como se presenta en la tabla 13. Como se puede apreciar, los ítems que representan mayor monto de inversión son el terreno y la maquinaria, en donde se ha tomado en cuenta una tratadora de semillas y un limpiador y clasificador de grano, máquinas que permitirán que el proceso productivo sea más eficiente.

Tabla 13: Tabla de inversión inicial del proyecto

Ítem	Cantidad	Precio (\$)	Costo total (\$)
Terreno	10 ha	5,000	50,000
Infraestructura física	72 m ²	60	4,320
Maquinaria	2		
Tratadora de semillas	1	35,000	
Limpiador de semilla y Clasificador de grano (3000KG/H de capacidad)	1	2,950	37,950
Equipos	4		
Medidor de humedad y temperatura	2	448	
Computadora	1	500	
Balanza romana	1	95	1,043
Herramientas	30		
Azadón	10	15	
Pala	10	15	
Rastrillo	10	10	400
Vehículo (camioneta Great Wall)	1	16,990	16,990
TOTAL			110,703

6.2.2 Costos y gastos

En cuanto a costos y gastos, en este estudio se han tomado en cuenta costos fijos, variables y gastos administrativos y de venta. Tomando en cuenta que el tamaño del estudio es de 10 hectáreas, se determina que el costo variable total es de \$18,913.4; siendo el costo directo

de \$1,719.40 y costo indirecto de \$171,94 por hectárea. En la tabla 14 presentan estos costos variables por hectárea para producción de semillas.

Tabla 14: Costos variables por hectárea para producción de semilla

Ítem	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Análisis de Suelo	1	25	25
Preparación de suelo			
Arada	3h	\$12/h	36
Rastrada	2h	\$12/h	24
Surcada	2h	\$12/h	24
Siembra			
Jornales	6	\$12/día	72
Fertilización (codornaza)	200 sacos	\$2.5/ 45kg	500
Semilla	30 kg	\$2.95/kg	88,5
Flete	5	\$0.50	2,5
Labores culturales			
Deshierba manual	5 jornales	\$12/día	60
Rascadillo	5 jornales	\$12/día	60
Raleo de plantas	2 jornales	\$12/día	24
Aporque	10 jornales	\$12/día	120
Fertilización completa- urea	2	\$ 25	50
Flete	2	\$0.50	1
Controles fitosanitarios			
Dipel	1 kg	\$9/kg	9
Jornales	4	\$12/día	48
Aceite	12 litros	\$1.20/l	14,4
Jornales	12	\$12/día	144
Selección de plantas			
Jornales	5	\$12/día	60
Cosecha	10	\$12/h	120
Postcosecha			
Supervisión de maquinaria y equipo	1	\$12.h	12
Clasificación de semillas	2	\$12.h	24
limpieza, clasificación secado y desinfección	40	4	160
Envasado	2	\$12.h	24
Sacos para envase	70	\$0.20	14
Hilo plástico	1 rollo	\$ 3	3
TOTAL COSTOS DIRECTOS			\$ 1,719.40
COSTOS INDIRECTOS			\$ 171.94
COSTO TOTAL			\$ 1,891.34

En cuanto a los costos fijos anuales el ítem que representa un mayor costo anual es el mantenimiento del equipo con un costo total de \$1,000 donde se incluye combustibles y lubricantes.

Tabla 15: Costos fijos anuales

Ítem	Cantidad	Costo por unidad	Costo total	11.15%	8.33%
				Aporte patronal	Fondo de reserva
Mano de obra indirecta - guardianía	1	318	4,452	425.48	317.9
Agua de riego	-	-	100		
Seguro vehículo	1	58	696		
Mantenimiento equipo					
Combustibles	-	800			
Lubricantes	-	200	1,000		
TOTAL			6,991.4		

Por otro lado, los gastos administrativos y de venta representan un monto total de \$20,656 de los cuales \$11,260.6 son gastos administrativos y \$9,395.4 de venta. En ambos casos los gastos más elevados son los salarios del administrador y vendedor respectivamente como se puede apreciar a continuación en las tablas 16 y 17.

Tabla 16: Gastos de venta

	Mensual	Anual	11.15%	8.33%
			Aporte patronal	Fondo de reserva
Salarios				
Vendedor	318	4,452	425.5	317.9
Viajes	75	900		
Viáticos	40	480		
Publicidad				
Fichas técnicas	100	1,200		
Transporte				
Gasolina	80	960		
Empaque				
4 pack en embalaje	20	240		
Comunicaciones				
Celular	35	420		
TOTAL		9,395.4		

Tabla 17: Gastos administrativos

			11.15%	8.33%
	Mensual	Anual	Aporte patronal	Fondo de reserva
Salarios				
Administrador	600	8,118	802.8	599.8
Servicios				
Agua	25	300		
Energía eléctrica	40	480		
Teléfono	30	360		
Internet	20	240		
Útiles de oficina	30	360		
TOTAL		11,260.6		

En cuanto a la estimación de trabajo inicial se obtuvo un total de \$23,280.4 calculada a partir del 50% de la suma de costos variables, fijos y gastos administrativos y de venta. Con lo que se obtiene una inversión total de \$133,983.4.

6.2.3 Depreciación y amortización

Para calcular la depreciación, se tomó en cuenta 5% para la infraestructura física, 10% para la maquinaria, equipos y herramientas y 20% para el vehículo, con lo que se obtuvo un valor anual de \$7,553.3.

Tabla 18: Tabla depreciación

Ítem	Cantidad	Precio (\$)	Costo total (\$)	Depreciación (%)	Valor anual
Terreno	10 ha	5,000	50,000	0	0
Infraestructura física	72 m ²	60	4,320	5	216
Maquinaria	2	35,000			
		2,950	37,950	10	3,795
Equipos	3	448			
		500			
		95	1,043	10	104.3
Herramientas	3	15			
		15			
		10	400	10	40
Vehículo (camioneta Great Wall)	1	16,990	16,990	20	3,398
TOTAL			110,703		7,553.3

Se calculó la amortización de la deuda a partir de un saldo del préstamo de \$93,788.4, obtenida a partir del 70% de la inversión inicial \$133,983.4 y tomando en cuenta un interés de 11.18% anual para cinco años plazo.

Tabla 19: Tabla de amortización

Año	Saldo	Cuota	Interés	Amortización
1	93,788.4	25,491.36	10,485.54	15,005.82
2	78,782.58	25,491.36	8,807.89	16,683.47
3	62,099.11	25,491.36	6,942.68	18,548.68
4	43,550.43	25,491.36	48,68.94	20,622.42
5	22,928.01	25,491.36	25,63.35	22,928.01

6.2.4 Ingresos y flujo de caja

El ingreso inicial se calculó a partir de los rendimientos de 80% de producción de semillas, 15% de grano comercial y 5% de granza obtenidas de las 10 hectáreas, a las que se le agregó un precio de venta al público para el año 1. Esta producción de semillas, grano comercial y granza toma en cuenta únicamente el 80% de la producción representada por los granos, el 20% del peso restante es la tuza de la mazorca el cual no es considerado un componente que aporte a los ingresos.

Tabla 20: Estimación de ingresos para 10 hectáreas en cinco años

	Año				
	1	2	3	4	5
100% producción kg/ha	3211,10	3371,66	3540,24	3717,25	3903,11
80% semilla kg/ha	2568,88	2697,32	2832,19	2973,80	3122,49
3,00 \$/kg	\$ 7.706,64	\$ 8.515,84	\$ 9.365,49	\$10.257,63	\$ 11.194,38
15% grano comercial kg/ha	481,67	505,75	531,04	557,59	585,47
1,20 \$/kg	\$ 578,00	\$ 608,34	\$ 640,21	\$ 673,66	\$ 708,79
5% granza k/ha	160,56	168,58	177,01	185,86	195,16
0,50 \$/kg	\$ 80,28	\$ 84,29	\$ 88,51	\$ 92,93	\$ 97,58
Total ingresos /ha	\$ 8.364,92	\$ 9.208,47	\$10.094,21	\$ 11.024,23	\$12.000,75
Total en 10 hectáreas	\$ 83.649,16	\$ 92.084,71	\$ 100.942,05	\$110.242,26	\$120.007,47

Para poder estimar los ingresos para los 5 años se partió del ingreso inicial más el 10% para cada año en el caso de las semillas, y 5% adicional para cada año en el caso del grano comercial y granza. Además se considera un incremento de la producción de 5% para cada año como se puede observar en la tabla 20.

A partir de la estimación de capital de trabajo inicial y la inversión inicial, se obtuvo la inversión total, la cual resulta de la sumatoria de ambos. La inversión total obtenida es de \$133,983.4, de la cual se obtiene el 70% de préstamo, \$93,788.35. A estas tres cuentas se las incluyó en el año 0 del flujo de caja. Por otro lado, en los años 1 al 5 se tomaron en cuenta tanto los ingresos como los costos, gastos, interés, depreciación, utilidad, impuestos y amortización para obtener el flujo de caja.

Tabla 21: Flujo de caja

Ítem		Año					
		-	1	2	3	4	5
Ingresos			83,649.16	92,084.71	100,942.05	110,242.26	120,007.47
Costos variables			(18,913.40)	(19,700.20)	(20,519.73)	(21,373.35)	(22,262.48)
Costos fijos			(6,991.40)	(7,282.24)	(7,585.18)	(7,900.73)	(8,229.40)
Gastos administrativos			(11,260.60)	(11,729.04)	(12,216.97)	(12,725.19)	(13,254.56)
Gastos de venta			(9,395.40)	(9,786.25)	(10,193.36)	(10,617.40)	(11,059.08)
Interés préstamo			(10,485.54)	(8,807.89)	(6,942.68)	(4,868.94)	(2,563.35)
Depreciación			(7,553.30)	(7,553.30)	(7,553.30)	(7,553.30)	(7,553.30)
Utilidad antes impuestos			19,049.52	27,225.79	35,930.84	45,203.35	55,085.30
Impuesto			804.54	2,018.37	3,324.13	5,028.67	7,005.06
Utilidad neta			18,244.98	25,207.42	32,606.71	40,174.68	48,080.24
Depreciación (+)			7,553.30	7,553.30	7,553.30	7,553.30	7,553.30
Inversión inicial	(110,703.00)						
Inversión cap. trabajo	(23,280.40)						
Inversión total	(133,983.4)						
Préstamo	93,788.38						
Amortización deuda			(15,005.82)	(16,683.47)	(18,548.68)	(20,622.42)	(22,928.01)
Flujo de caja	(40,195.02)		10,792.46	16,077.25	21,611.33	27,105.56	32,705.53

En el flujo de caja que se presenta en la tabla 21 se puede observar el movimiento de dinero a lo largo del proyecto, en el último recuadro se puede ver el flujo libre de caja al final de cada año, también se encuentra detallado el costo del proyecto contemplado en la columna del año inicial (año 0).

Como datos relevantes se puede decir que el proyecto comienza a generar un flujo libre positivo a partir del año 1 y tiene una tendencia creciente hasta el año 5. Esto se da por la estimación de producción que genera ingresos más elevados año tras año. Por otro lado, los costos variables, fijos, gastos de venta y administrativos que se incrementan (4,16% anual) año tras año.

6.2.5 Tasa Interna de Retorno y Valor Presente Neto

En este estudio se obtuvo un 36% de TIR a partir del flujo de caja obtenido, a esta tasa se la comparó con la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) de 11,18%, debido a que TIR obtenido sobrepasa a la TMAR se concluye que este estudio con 36% de TIR es una buena inversión.

Para poder evaluar este estudio de manera más precisa, se trasladó el flujo de caja correspondiente a cada año a un valor actual, de tal manera que se pueda comparar la inversión inicial y todos los dividendos que el estudio ofrece para un año base. Una vez realizado este proceso se calculó el valor presente neto, el indicador más utilizado para el análisis de un proyecto, el cual, en este caso dio un valor positivo de \$31,693.16, lo que quiere decir que es un proyecto que genera rentabilidad.

6.2.6 Beneficio / Costo

En este caso, la relación beneficio / costo obtenida es de 1.88, es decir, por cada dólar invertido se obtiene \$0.88 de ganancia, lo cual confirma la rentabilidad del estudio.

6.3 Evaluación agronómica del primer ciclo de producción de semillas de maíz morado

6.3.1 Variable 1: Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se midió 20 días después de sembrada cada variedad. Se tomaron los datos de germinación de cada familia sembrada.

Tabla 22: Porcentaje de germinación

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	90.08	88.43
Rango	27.27	54.55
Desviación estándar (S)	8.43	11.00
Varianza (S ²)	71.05	120.99
Coefficiente de variación	9.36 %	12.44 %
$S\bar{d}$	1.80	2.35
$S\bar{y}$	1.27	1.66
t calculada	-079 N ⁶	
t tabular	1.684	

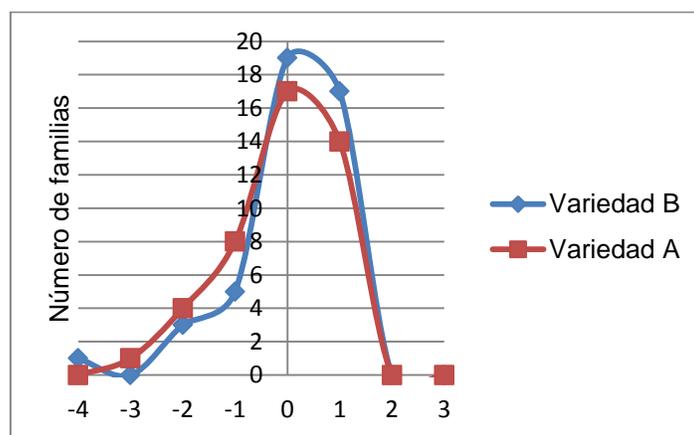
- Hipótesis nula: No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de germinación de las dos variedades de maíz morado.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de germinación de las dos variedades de maíz morado.

Como se observa en la tabla 22, la media de porcentaje de germinación de la variedad A es 1.83% mayor que la media de B. La varianza es 71.05 para A y 120.99 para B. Por otro lado, el coeficiente de variación es aceptable en ambos casos, siendo menor a 25% (porcentaje máximo admisible en experimentos realizados en campo) con 12.44% en el caso de B y 9.36% en el caso de A.

En cuanto a la distribución de la variable porcentaje de germinación, en ambas variedades A y B, la distribución es muy similar como se presenta en el gráfico 8, sin embargo la variedad

B presenta menor dispersión de los datos en cuanto a porcentaje de germinación. En el caso de la variedad B, el 91.1% de las familias se encuentran en ± 1 desviaciones estándar, es decir entre 77.43 y 99.43% de germinación. Mientras que en la variedad A, el 86.7% de las familias se encuentran en ± 1 desviaciones estándar, es decir 81.65 y 98.51% de germinación.

Gráfico 8: Distribución de la variable 1, porcentaje de germinación



Por último, se determinó con la Prueba “t” de Student que $t_c (-0.79) < t_t (1.684)$, siendo no significativo ($p > 0.05$) por tanto se acepta la hipótesis nula planteada y se determina que, los elevados porcentajes de germinación para las dos variedades muestran que se utilizó semilla de buena calidad.

6.3.2 Variable 2: Días a la floración

Los días a la floración se midieron cuando las plantas tenían alrededor de 3 meses de edad, esta medición se realizó cuando el 50% de plantas de cada familia presentaban floración femenina (estigmas visibles).

Tabla 23: Días a la floración

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	106.77	92.61
Rango	34.00	12.00
Desviación estándar (S)	8.95	3.90
Varianza (S ²)	80.04	15.17
Coefficiente de variación	8.38 %	4.21 %
$S\bar{d}$	1.91	0.83
$S\bar{y}$	1.35	0.59
t calculada	9.50*	
t tabular	1.684	

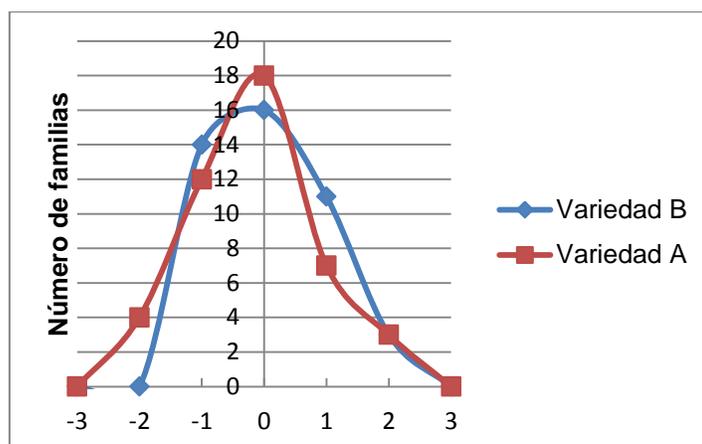
- Hipótesis nula: No existe diferencia respecto a los días a la floración entre las dos variedades de maíz morado.
- Hipótesis alternativa: Existe diferencia respecto a los días a la floración entre las dos variedades de maíz morado.

Como se observa en la tabla 23, existen diferencias significativas en cuanto a los días a la floración entre la variedad A y B. Entre estas diferencias está la media; en este caso la media de A es 13.3% mayor que la de B; en cuanto a la varianza, la variedad B presenta 3.90 mientras que la A 8.95.

En el caso del coeficiente de variación para la variable días a la floración, en ambos casos es aceptable siendo de 8.38% para A y 4.21% para B.

En cuanto a la distribución de la variable días a la floración (gráfico 9), se determina que el 91.1% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 88.71 y 96.51 días), mientras que el 82.2% de las familias de la variedad A se encuentran ± 1 desviaciones estándar es decir, entre 97.82 y 115.72 días. Por lo que se determina que las familias de la variedad B presentan menor dispersión en cuanto a los días a la floración, es decir, la floración de la variedad B es más uniforme.

Gráfico 9: Distribución de la variable 2, días a la floración



Por último, se determinó con la Prueba “t” de Student que $t_c (9.50) > t_t (1.684)$, por tanto se rechaza la hipótesis nula previamente planteada, siendo el valor de t calculada significativo (p 0.05). Este resultado indica que la variedad B presenta un menor número de días a la floración, y por tanto, menor período vegetativo.

6.3.3 Variable 3: Altura de planta

Se realizaron las mediciones de altura de las plantas 5 meses después de la siembra de cada variedad. Se tomaron en cuenta 5 plantas al azar por cada familia, de las cuales se obtuvo una media.

Tabla 24: Altura de planta (cm)

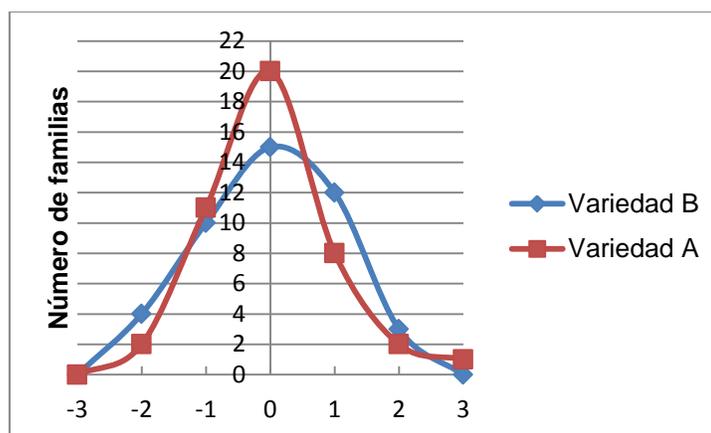
Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	141.28	200.26
Rango	153.00	80.00
Desviación estándar (S)	35.66	23.17
Varianza S^2	1271.75	536.68
Coefficiente de variación	25.24 %	11.57 %
$S_{\bar{d}}$	7.60	4.94
$S_{\bar{y}}$	5.38	3.49
t calculada	10.43*	
t tabular	1.684	

- Hipótesis nula: No existen diferencias en cuanto a la altura de planta entre las dos variedades de maíz morado.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias en cuanto a la altura de planta entre las dos variedades de maíz morado.

En la tabla 24 se observa que existen diferencias significativas en cuanto a altura de planta entre la variedad A y B, entre estas la media, la cual es mayor en el caso de B, es decir, las plantas de la variedad B son más altas que las de la variedad A, con 29.5% mayor en altura. La varianza de la variedad B es 536.68 mientras la A presenta una varianza de 1271.75.

Por otro lado, el coeficiente de variación es aceptable en ambas variedades, siendo 25.2% en el caso de la variedad A y 11.57% en la B. No obstante, el coeficiente de variación de la variedad A está en el límite máximo aceptado, por lo que, existe un mayor efecto ambiental sobre la altura de planta en la variedad A.

Gráfico 10: Distribución de la variable 3, altura de planta



En lo que refiere a la distribución de la variable altura de planta (gráfico 10), se determina que el 84.1% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 177.09 y 223.43 cm de altura). Mientras que el 88.6% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 105.62 y 176.94 cm de altura). Por lo que

se determina que la variedad B presenta mayor dispersión en cuanto a altura de planta, es decir, la variable altura de planta en la variedad B es menos uniforme.

Por último, se determinó con la Prueba “t” de Student que $t_c (10.43) > t_t (1.684)$, por tanto se rechaza la hipótesis nula previamente planteada, siendo el valor de t calculada significativo ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos indican que existe una mayor altura de planta en la variedad B, debido a un menor efecto ambiental sobre el desarrollo de sus plantas.

6.3.4 Variable 4: Altura de inserción de la mazorca

Se realizó la medición de altura de inserción de mazorca 5 meses después de la siembra de cada variedad. Se tomaron en cuenta 5 plantas al azar por cada familia, de las cuales se obtuvo una media.

Tabla 25: Altura de inserción de la mazorca (cm)

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	75.07	109.96
Rango	94.00	81.00
Desviación estándar (S)	26.48	17.55
Varianza (S ²)	701.38	307.88
Coefficiente de variación	38.28 %	15.96 %
$S_{\bar{d}}$	5.65	3.74
$S_{\bar{y}}$	3.99	2.65
t calculada	8.61*	
t tabular	1.684	

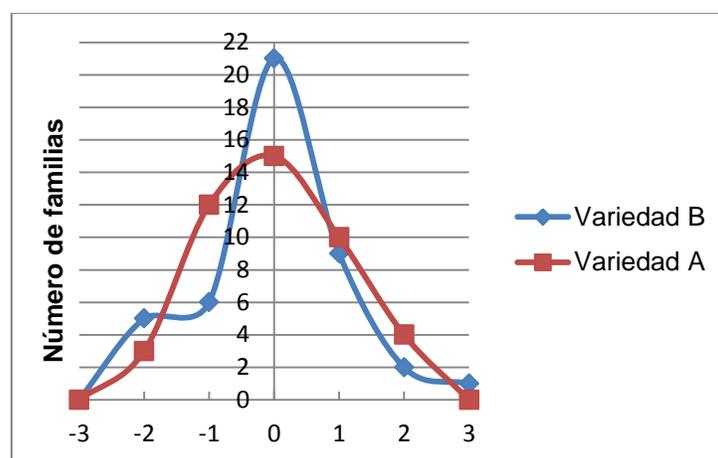
- Hipótesis nula: No existen diferencias significativas entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a altura de inserción de la mazorca.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a altura de inserción de la mazorca.

En la tabla 25 se observa que existen diferencias significativas entre las variedades A y B en cuanto a la altura de inserción de la mazorca. En este caso, existe una gran diferencia entre

las medias de las dos variedades, siendo 109.96 cm para B y 75.07 cm para A, es decir, la media de altura de inserción de la mazorca de B es 31.7% mayor que la de la variedad A. En lo que refiere a la varianza, la variedad B presenta 307.88 mientras que la A 701.38.

En cuanto a la distribución de la variable altura de inserción de la mazorca (gráfico 11), la variedad B presenta 81.8% de sus familias en ± 1 desviaciones estándar (entre 92.41 y 127.51 cm de altura de inserción de la mazorca), mientras que el 84.1% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (48.59 y 101.55 cm). Es decir, la variedad B presenta mayor dispersión de los datos siendo por tanto la altura de inserción de la mazorca de esta variedad menos uniforme.

Gráfico 11: Distribución de la variable 4, altura inserción de la mazorca



En el caso del coeficiente de variación, es aceptable en el caso de B con 15.96%, no obstante, el coeficiente de variación que presenta la variedad A es muy elevado para condiciones de campo con 35.28%. En el caso de A, se determinó que existe un mayor efecto ambiental sobre la altura de inserción de la mazorca.

Por último, con la Prueba "t" de Student, se determinó que $t_c (8.61) > t_t (1.684)$, determinando que, existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a altura de inserción de mazorca, rechazando la hipótesis nula. Los

resultados muestras que existe una menor altura de inserción de la mazorca en la variedad A, debido a un mayor efecto ambiental sobre el crecimiento de las plantas de dicha variedad.

6.3.5 Variables: 5 (longitud de mazorca), 6 (diámetro de mazorca), 7 (número de hileras por mazorca) y 8 (peso de campo)

Para cada familia, se seleccionaron mejores mazorcas al momento de la cosecha, se tomaron tres mazorcas al azar por familia, a las que se les midió la longitud, diámetro y número de hileras. Además, se pesó el peso total (kg) de las mazorcas seleccionadas por cada familia. De cada medición se realizó un promedio por familia.

6.3.5.1 Variable 5: Longitud de mazorca

Tabla 26: Longitud de mazorca (cm)

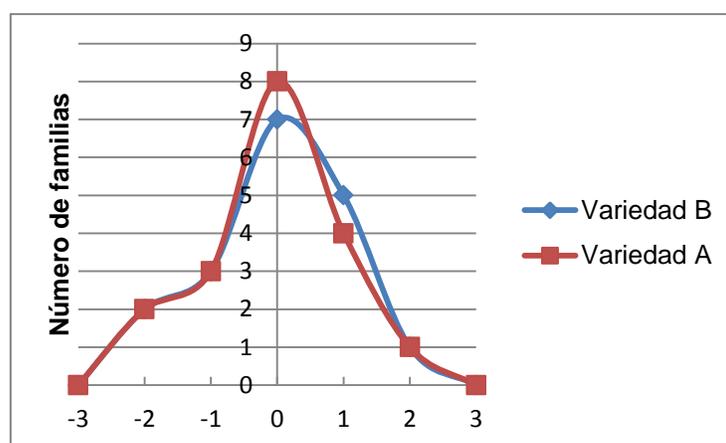
Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	12.81	15.43
Rango	6.40	3.50
Desviación estándar (S)	1.69	1.10
Varianza (S ²)	2.84	1.21
Coefficiente de variación	13.15 %	7.14 %
$S\bar{d}$	0.56	0.37
$S\bar{y}$	0.40	0.26
t calculada	6.46*	
t tabular	1.74	

- Hipótesis nula: No existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a longitud de mazorca
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a longitud de mazorca

Como se aprecia en la tabla 26, la media de la variedad B de longitud de mazorca medida en centímetros es mayor que la de la variedad A. En este caso, la media de B es 15.43 cm mientras que la media de A es 12.81 cm, es decir que B es 17% mayor que A. En cuanto a la varianza, la variedad B presenta 1.21 mientras que la A 2.84.

En el caso de la distribución de la variable longitud de mazorca (gráfico 12), el 83.3% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 14.33 y 16.53 cm de longitud), así mismo, 83.3% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 11.12 y 14.5 cm de longitud), lo que demuestra que ambas variedades presentan una distribución de los datos similar en cuanto a la longitud de mazorca.

Gráfico 12: Distribución de la variable 5, longitud de mazorca



En lo que refiere al coeficiente de variación, en ambos casos el porcentaje es aceptable, siendo 7.14% para B y 13.15% para A. Sin embargo, se determinó que la variedad A, al presentar un coeficiente de variación mayor, presentó mayor influencia del ambiente para el crecimiento en longitud de la mazorca.

Por último con la Prueba "t" de Student, se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto a longitud de mazorca entre las dos variedades de maíz morado ya que $t_c (6.46) > t_t (1.74)$, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Así mismo, los resultados muestran valores de longitud de mazorca mayores en la variedad B, como una respuesta positiva a la selección realizada en esta variedad.

6.3.5.2 Variable 6: Diámetro de mazorca

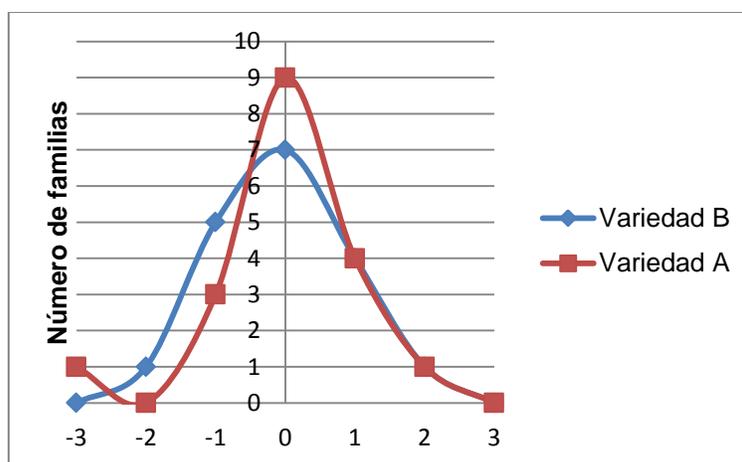
Tabla 27: Diámetro de mazorca (cm)

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	2.96	3.47
Rango	1.50	2.53
Desviación estándar (S)	0.37	0.69
Varianza (S ²)	0.13	0.47
Coefficiente de variación	12.39 %	19.83 %
$S\bar{d}$	0.12	0.23
$S\bar{y}$	0.09	0.16
t calculada	2.65*	
t tabular	1.74	

- Hipótesis nula: No existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado respecto al diámetro de mazorca.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado respecto al diámetro de mazorca.

En la tabla 27 se observa que la media de la variedad B con 3.47 cm es mayor que la media de A con 2.96 cm, es decir que la media de B es 14.7% mayor. En cuanto a la varianza, la variedad B presenta 0.47 mientras que la A 0.13. En cuanto al coeficiente de variación, en ambos casos es aceptable, siendo 19.83% para B y 12.39% para A.

Gráfico 13: Distribución de la variable 6, diámetro de mazorca



Por otro lado, la distribución de la variable diámetro de mazorca (gráfico 13), el 88.9% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 2.78 y 4.16 cm de diámetro), así mismo, el 88.9% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 2.59 y 3.33 cm), por lo que se determina que ambas variedades son igual de uniformes en cuanto al diámetro de mazorca, teniendo en ambos casos el 88.9% de las familias entre ± 1 desviaciones estándar.

Por último, con la Prueba “t” de Student se determinó que existen diferencias significativas ($p = 0.05$) entre las variedades A y B de maíz morado en cuanto a diámetro de mazorca, siendo $t_c (2.65) > t_t (1.74)$, rechazando así la hipótesis nula.

6.3.5.3 Variable 7: Número de hileras por mazorca

Tabla 28: Número de hileras por mazorca

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	12.84	13.19
Rango	3.00	6.00
Desviación estándar (S)	0.93	1.48
Varianza (S ²)	0.87	2.18
Coefficiente de variación	7.27 %	11.19 %
$S_{\bar{d}}$	0.31	0.49
$S_{\bar{y}}$	0.22	0.35
t calculada	0.95 ^{Nº}	
t tabular	1.74	

- Hipótesis nula: No existen diferencias en cuanto al número de hileras por mazorca entre las dos variedades de maíz morado.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias en cuanto al número de hileras por mazorca entre las dos variedades de maíz morado.

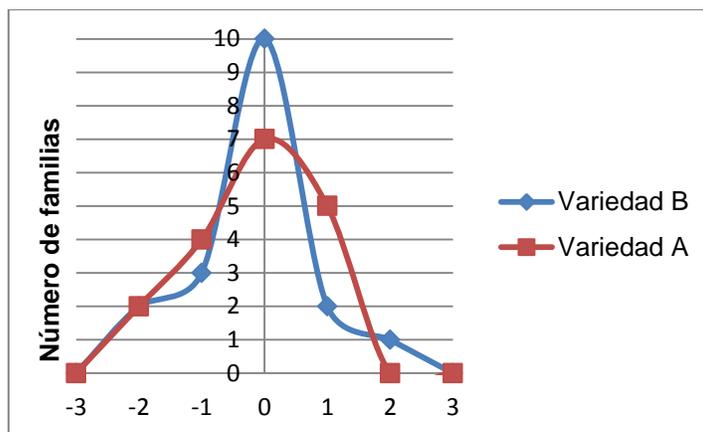
En la tabla 28 se puede observar que no existen diferencias significativas en cuanto a número de hileras por mazorca entre la variedad A y B. En este caso, la media de la

variedad B (13.19 hileras) es 2.7% mayor que la de A (12.84 hileras). En cuanto a la varianza, la variedad B presenta 2.18 mientras que la A 0.87.

En cuanto al coeficiente de variación, éste es aceptable en ambas variedades, siendo 11.19% para B y 7.27% para A.

En lo que refiere a la distribución de la variable número de hileras (gráfico 14), el 83.3% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 11.71 y 14.67 hileras), mientras que el 88.9% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (11.91 y 13.77 hileras), por lo que se determina que las familias de la variedad A son más uniformes que las familias de la variedad B, en cuanto al número de hileras por mazorca.

Gráfico 14: Distribución de la variable 7, número de hileras por mazorca



Por último, se determinó con lo Prueba “t” de Student que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto al número de hileras por mazorca entre las dos variedades de maíz morado, siendo $t_c (0.95) < t_t (1.74)$, por lo que se acepta la hipótesis nula. Sin embargo, los resultados indican que la variedad B presenta mayor magnitud en este componente del rendimiento.

6.3.5.4 Variable 8: Peso de campo (kg) de mazorcas cosechadas por familia

Para obtener el peso de campo de las mazorcas, se pesó en kilogramos todas las mazorcas obtenidas por cada familia al momento de la cosecha. En el caso de la variedad B, las mazorcas fueron seleccionadas a partir de 45 familias, mientras que en la variedad A, se tomaron en cuenta únicamente a 18 familias.

Tabla 29: Peso de campo (kg) de mazorcas cosechadas por familia

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	0.44	2.26
Rango	0.69	4.09
Desviación estándar (S)	0.19	0.98
Varianza (S²)	0.038	0.95
Coefficiente de variación	44.69 %	43.29 %
S\bar{d}	0.065	0.21
S\bar{y}	0.046	0.15

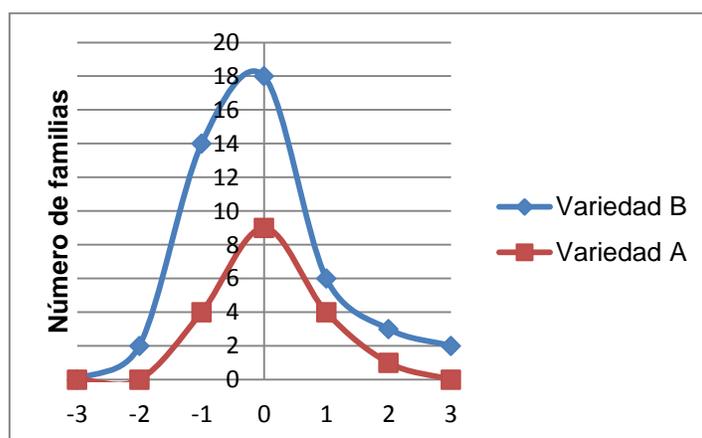
En la tabla 29 se puede observar que el peso de campo de las mazorcas cosechadas en la variedad B es influenciado por el ambiente, presentando un coeficiente de variación fuera de los valores aceptables de 43.29%. En el caso de B, la media de peso es de 2.26 kg, y una varianza de 0.95.

En lo que refiere a la variedad A, se puede observar que la media de peso en campo de las mazorcas seleccionadas es 80.5% menor que el obtenido de la variedad B, con apenas 0.44 kg y una varianza de 0.038. En este caso, el peso también presenta una gran influencia del ambiente, presentando un coeficiente de variación fuera del aceptable para ser un experimento realizado en campo, con 44.69%.

Como se puede apreciar en la tabla 29, los coeficientes de variación de ambas variedades, A y B, son muy elevados, lo que indica que las muestras obtenidas fueron poco uniformes, lo que demuestra que existió una fuerte influencia ambiental sobre ambas variedades.

En cuanto a la distribución del peso en campo de ambas variedades (gráfico 15), el 84.4% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 1.28 y 3.24 kg de peso), mientras que el 94.4% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (0.25 y 0.63 kg de peso), por lo que se determina que el peso de las mazorcas de la variedad A fue menor que el peso de las familias de la variedad B. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que, debido a la fuerte influencia ambiental sobre la variedad A, la cosecha de mazorcas fue muy reducida.

Gráfico 15: Distribución de la variable 8, peso de campo de mazorcas cosechadas por familia



6.3.6 Estimación de rendimiento de semilla en el primer ciclo de producción

Para la estimación de rendimiento de la variedad B se tomó en cuenta una humedad de grano de 30%. Reemplazando los valores obtenidos en la fórmula para calcular el rendimiento (PGC), se tiene PG de 87.52 kg, H de 30%, AEP de 224.4 m² (calculado a partir del área ocupada únicamente por las familias). El PGC obtenido fue de 3.21 ton/ha, lo que representa la producción total de la variedad B. De esta producción obtenida se obtiene 80% para uso de semilla, 15% para grano comercial y el 5% restante como granza, es decir, 2,568 kg/ha de semilla, 481.7 kg/ha de grano comercial y 160.6 kg/ha de granza por hectárea. En cuanto a la variedad A no se pudo estimar la producción de semilla debido a

que la cosecha de mazorcas fue muy reducida a causa de la influencia ambiental que tuvo esta variedad.

6.4 Evaluación agronómica del segundo ciclo de producción de semillas de maíz morado

6.4.1 Variable 1: Altura de planta

Se realizaron las mediciones de altura de las plantas aproximadamente 5 meses después de la siembra de cada variedad. Se midieron 5 plantas por familia al azar, de las que se obtuvo una media.

Tabla 30: Altura de planta (cm)

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	223.96	174.43
Rango	101.00	115.00
Desviación estándar (S)	24.47	29.39
Varianza (S ²)	598.86	863.89
Coefficiente de variación	10.93 %	16.85 %
$S\bar{d}$	7.22	8.67
$S\bar{y}$	5.10	6.13
t calculada	9.50*	
t tabular	1.717	

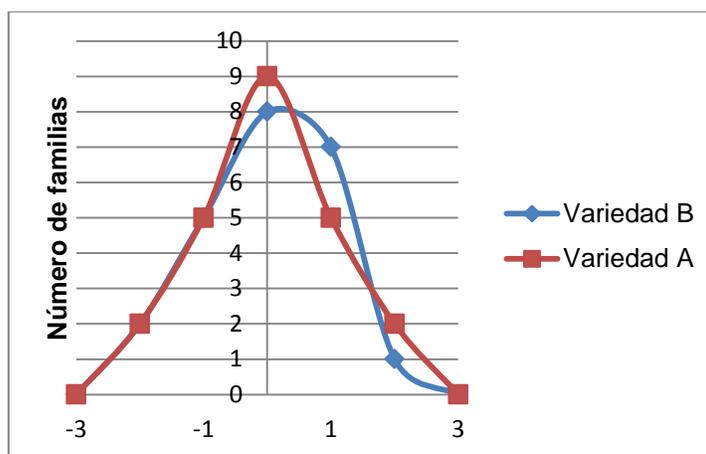
- Hipótesis nula: No existen diferencias en cuanto a la altura de planta entre las dos variedades de maíz morado.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias en cuanto a la altura de planta entre las dos variedades de maíz morado.

En la tabla 30 se observa que existen diferencias significativas en cuanto a la altura de planta entre las dos variedades de maíz morado, entre estas la media, la cual es mayor en la variedad A en un 22.1% que la B. Además, la varianza de la variedad A es 598.86 mientras

que la B presenta una varianza de 863.89. Por otro lado, el coeficiente de variación es aceptable en ambas variedades, siendo 10.93% en el caso de la variedad A y 16.85% en la B. Sin embargo, al ser el coeficiente de variación mayor en el caso de la variedad B, se demuestra que existe un mayor efecto ambiental sobre la altura de planta en esta variedad.

En lo que refiere a la distribución de la variable altura de planta (gráfico 16), se determina que el 82.6% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 199.49 y 248.43 cm de altura). Mientras que el 87% de las familias de la variedad B se encuentran ± 1 desviaciones estándar (145.04 y 203.82 cm de altura). Por lo que se determina que la variedad A presenta mayor dispersión en cuanto a altura de planta, es decir, es menos uniforme.

Gráfico 16: Distribución de la variable 1, altura de planta



Por último, se determinó con la Prueba "t" de Student que $t_c (9.50) > t_t (1.717)$, por tanto se rechaza la hipótesis nula planteada para esta variable, siendo el valor de t calculada significativo ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos indican que existe mayor altura de planta en la variedad A.

6.4.2 Variable 2: Altura de inserción de la mazorca

Se realizó la medición de altura de inserción de mazorca 5 meses después de la siembra de cada variedad. Se tomaron en cuenta 5 plantas al azar por cada familia, de las cuales se obtuvo una media.

Tabla 31: Altura de inserción de la mazorca (cm)

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	136.35	102.55
Rango	51.00	74.40
Desviación estándar (S)	14.98	18.88
Varianza (S²)	224.33	356.49
Coefficiente de variación	10.98 %	18.41 %
S\bar{d}	4.42	5.57
S\bar{y}	3.12	3.94
t calculada	10.73*	
t tabular	1.717	

- Hipótesis nula: No existen diferencias significativas entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a altura de inserción de la mazorca.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a altura de inserción de la mazorca.

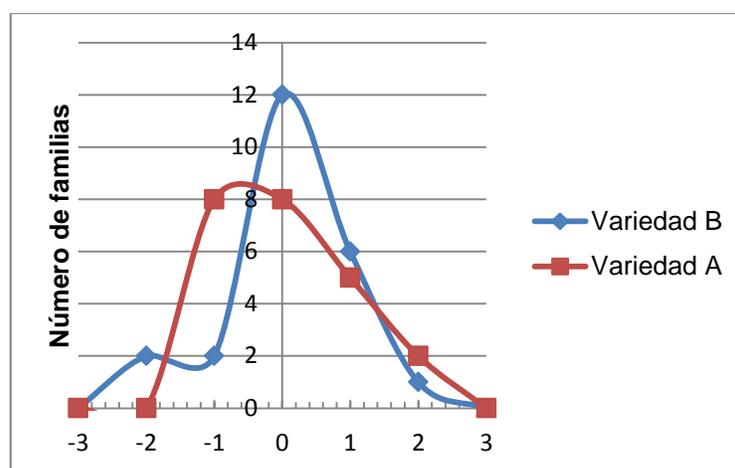
En la tabla 31 se aprecia que existen diferencias significativas entre las variedades A y B en cuanto a la altura de inserción de la mazorca. Entre las diferencias está la media de la variedad A la cual es 24.8% mayor que la media de la variedad B, siendo 136.35 cm en el caso de A y 102.55 cm en la variedad B. En lo que refiere a la varianza, la variedad A presenta 224.33 mientras que la B 356.49.

En cuanto al coeficiente de variación, en ambos casos es aceptable, siendo 10.98% para la variedad A y 18.41% para B. Sin embargo, al ser el coeficiente de variación de la variedad B

40.4% mayor que el de la variedad A, se demuestra que existe un mayor efecto ambiental sobre la altura de inserción de la mazorca en la variedad B.

En cuanto a la distribución de la variable altura de inserción de la mazorca (gráfico 17), la variedad A presenta 91.3% de sus familias entre ± 1 desviaciones estándar (entre 121.37 y 151.33 cm de altura de inserción de la mazorca), mientras que el 87% de las familias de la variedad B se encuentran entre ± 1 desviaciones estándar (entre 83.67 y 121.43 cm de altura de inserción de la mazorca). En este caso, la variedad B presenta mayor dispersión de los datos, siendo esta variedad menos uniforme que la A.

Gráfico 17: Distribución de la variable 2, altura de inserción de la mazorca



Por último, con la Prueba “t” de Student se determina que $t_c (10.73) > t_t (1.717)$, por tanto se rechaza la hipótesis nula planteada para esta variable, siendo el valor de t calculada significativo ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos indican que existe mayor altura de inserción de la mazorca en la variedad A.

6.4.3 Variables: 3 (longitud de mazorca), 4 (diámetro de mazorca), 5 (número de hileras por mazorca) y 6 (peso de campo)

Para cada familia, se seleccionaron mejores mazorcas al momento de la cosecha, se tomaron tres mazorcas al azar por familia, a las que se les midió la longitud, diámetro y número de hileras; de cada medición se realizó un promedio por familia. Además, se pesó el peso total (kg) de las mazorcas por cada familia.

6.4.3.1 Variable 3: Longitud de mazorca

Tabla 32: Longitud de mazorca (cm)

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	15.4	15.24
Rango	6.50	6.30
Desviación estándar (S)	1.78	1.64
Varianza (S ²)	3.18	2.69
Coefficiente de variación	11.59 %	10.77 %
$S\bar{d}$	0.55	0.51
$S\bar{y}$	0.39	0.36
t calculada	0.29 ^{N^o}	
t tabular	1.725	

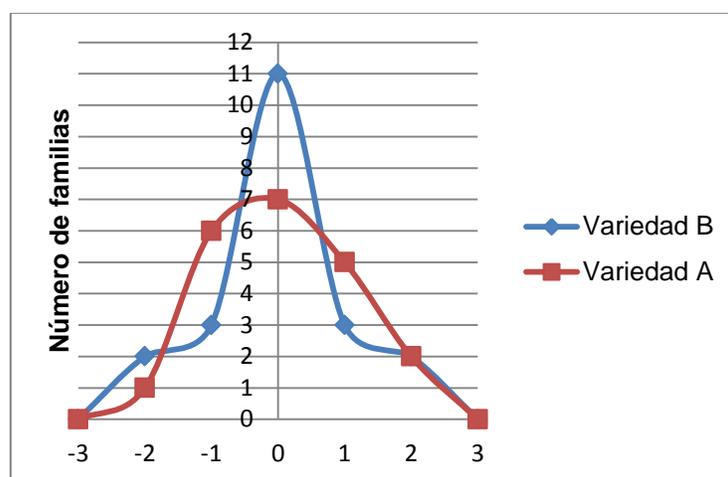
- Hipótesis nula: No existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a longitud de mazorca
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado en cuanto a longitud de mazorca

Como se aprecia en la tabla 32, la media de longitud de mazorca (cm) de la variedad A es ligeramente mayor que la de la B con 1.04% mayor longitud. En cuanto a la varianza, la variedad A presentó una varianza de 3.18, mientras que la B 2.69.

En cuanto al coeficiente de variación, es aceptable en ambos casos, siendo 10.77% para la variedad B y 11.59% para la variedad A. Por lo que se determina que en ambas variedades la influencia ambiental fue similar.

En cuanto a la distribución de la variable longitud de mazorca (gráfico 18), el 81% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 13.6 y 16.88 cm de longitud), por otro lado, el 85.7% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 13.62 y 17.18 cm de longitud), por lo que se determina que la variedad B presenta mayor dispersión en cuanto a longitud de mazorca, es decir, la variable longitud de mazorca en la variedad B es menos uniforme.

Gráfico 18: Distribución de la variable 3, longitud de mazorca



Por último, se determinó con la Prueba "t" de Student que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto a longitud de mazorca entre las dos variedades de maíz morado ya que $t_c (0.29) < t_t (1.725)$, por lo que se acepta la hipótesis nula.

6.4.3.2 Variable 4: Diámetro de mazorca

Tabla 33: Diámetro de mazorca (cm)

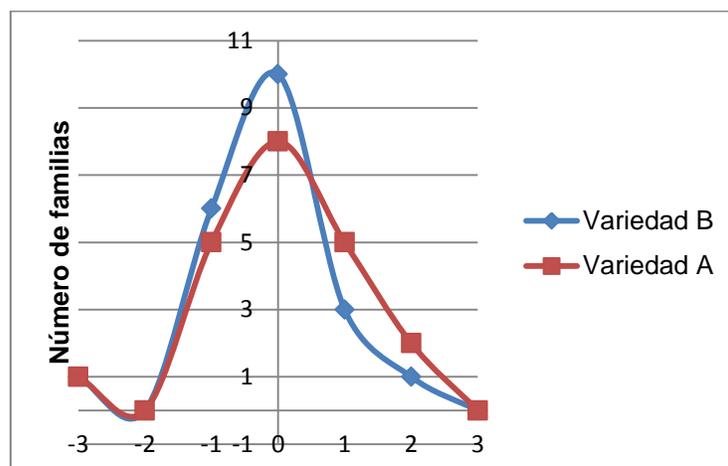
Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	4.00	4.70
Rango	1.95	1.30
Desviación estándar (S)	0.48	0.28
Varianza (S ²)	0.23	0.08
Coefficiente de variación	12.08 %	5.92 %
$S\bar{d}$	0.15	0.09
$S\bar{y}$	0.11	0.06
t calculada	5.91*	
t tabular	1.725	

- Hipótesis nula: No existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado respecto al diámetro de mazorca.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias entre las dos variedades de maíz morado respecto al diámetro de mazorca.

En la tabla 33 se observa que la media de la variedad B con 4.70 cm es mayor que la media de la variedad A con 4.00 cm, es decir que la media de B es 14.9% mayor. En cuanto a la varianza, la variedad B presenta 0.08 mientras que la A 0.23. En cuanto al coeficiente de variación, en ambos casos es aceptable siendo 5.92% para la variedad B y 12.08% para la variedad A. Al ser el coeficiente de variación de la variedad A 51% mayor que la de la variedad B, se determinó que existió mayor influencia ambiental en la variedad A.

Por otro lado, la distribución de la variable diámetro de mazorca (gráfico 19), el 90.5% de las familias de la variable B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 4.42 y 4.98 cm de diámetro), mientras que el 85.7% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 3.52 y 4.48 cm), por lo que se determina que la variedad B presenta mayor uniformidad en cuanto a diámetro de mazorca.

Gráfico 19: Distribución de la variable 4, diámetro de mazorca



Por último, con la Prueba “t” de Student se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las variedades A y B de maíz morado en cuanto a diámetro de mazorca, siendo $t_c (5.91) > t_t (1.725)$, rechazando así la hipótesis nula.

6.4.3.3 Variable 5: Número de hileras por mazorca

Tabla 34: Número de hileras por mazorca

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	12.45	12.49
Rango	4.00	3.50
Desviación estándar (S)	1.11	0.97
Varianza (S^2)	1.22	0.94
Coefficiente de variación	8.88 %	7.76 %
$S_{\bar{d}}$	0.56	0.37
$S_{\bar{y}}$	0.34	0.30
t calculada	0.12 ^{Nº}	
t tabular	1.725	

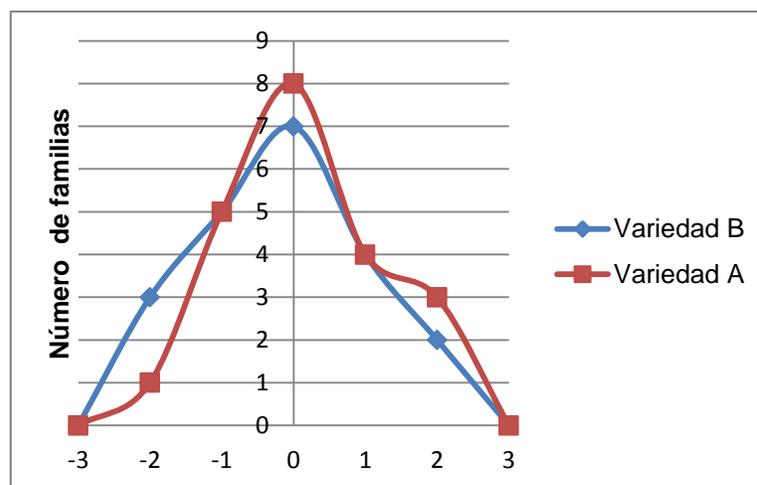
- Hipótesis nula: No existen diferencias en cuanto al número de hileras por mazorca entre las dos variedades de maíz morado.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias en cuanto al número de hileras por mazorca entre las dos variedades de maíz morado.

En la tabla 34 se puede observar que no existen diferencias significativas en cuanto al número de hileras por mazorca entre la variedad A y B. En este caso, en la variedad A se obtuvo una media de hileras por mazorca de 12.45, mientras que la media de la variedad B fue de 12.49 hileras.

En cuanto al coeficiente de variación, en ambas variedades fue aceptable siendo 8.88% para la variedad A y 7.76%.

En lo que refiere a la distribución de la variable número de hileras por mazorca (gráfico 20), el 76.2% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 11.52 y 13.46 hileras), mientras que el 81% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 11.34 y 13.56 hileras), por lo que se determina que las familias de la variedad B presentan mayor dispersión de los datos, es decir, son menos uniformes en cuanto al número de hileras por mazorca.

Gráfico 20: Distribución de la variable 5, número de hileras por mazorca



Por último, se determinó con la Prueba "t" de Student que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto al número de hileras por mazorca entre las dos variedades de maíz morado, siendo $t_c (0.12) < t_t (1.725)$, por lo que se acepta la hipótesis nula.

6.4.3.4 Variable 6: Peso de campo (kg) de las mazorcas cosechadas por familia

Para obtener el peso de campo de las mazorcas, se pesó en kilogramos todas las mazorcas obtenidas por cada familia al momento de la cosecha. En el caso de la variedad A, las mazorcas fueron seleccionadas a partir de 24 familias, mientras que en la variedad B, se tomaron en cuenta 105 familias.

Tabla 35: Peso de campo (kg) de mazorcas cosechadas por familia

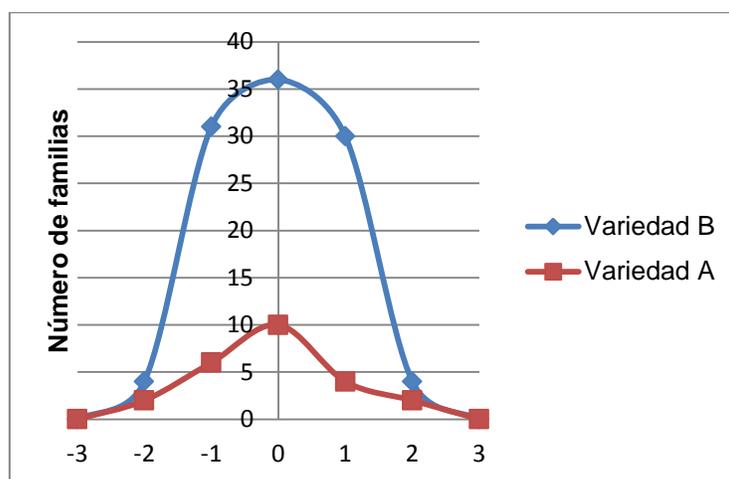
Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	2.50	2.41
Rango	2.18	2.90
Desviación estándar (S)	0.64	0.66
Varianza (S ²)	0.42	0.44
Coefficiente de variación	25.83 %	27.45 %
$S\bar{d}$	0.19	0.09
$S\bar{y}$	0.13	0.06

En la tabla 35 se puede observar que el peso de campo de las mazorcas cosechadas fue influenciado en ambos casos por el ambiente, siendo el coeficiente de variación de la variedad A 25.83% (límite aceptable para condiciones de campo), mientras que la variedad B presenta un coeficiente de variación ligeramente mayor al aceptado con 27.45%. Por otro lado, la varianza en ambas variedades fue similar, siendo 0.42 para A y 0.44 para B. Así mismo, las medias fueron similares, siendo la de la variedad A 3.6% mayor que la de la variedad B (2.50 y 2.41 kg respectivamente).

En cuanto a la distribución del peso de campo de ambas variedades (gráfico 21), el 92.4% de las familias de la variedad B se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 1.75 y 3.07 kg), mientras que el 83.3% de las familias de la variedad A se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 1.86 y 3.14 kg), con lo que se determina que la variedad B presenta mayor uniformidad en cuanto a peso de campo, sin embargo esta uniformidad

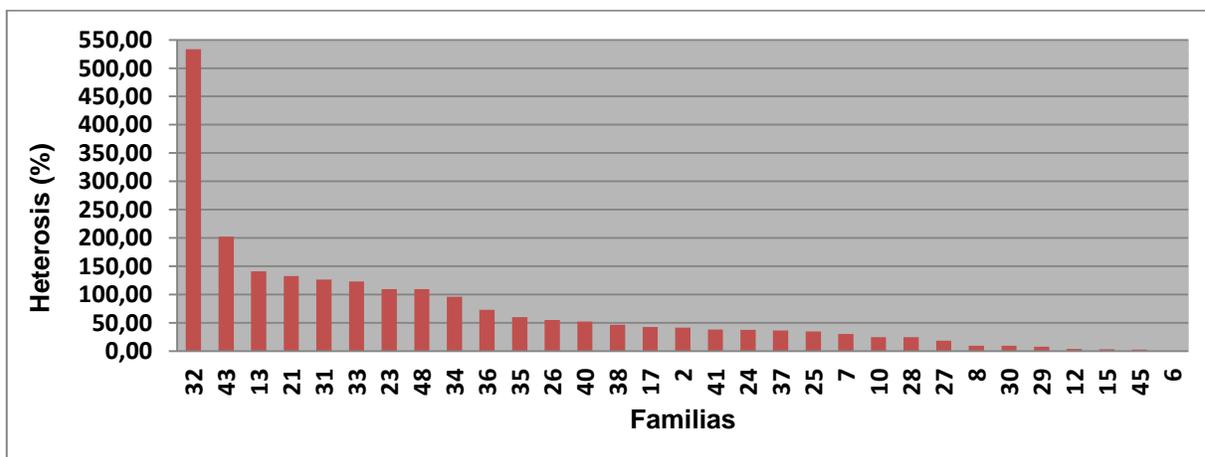
también está influenciada por el elevado número de familias de las que se obtuvo el peso de campo al momento de la cosecha.

Gráfico 21: Distribución de la variable 6, peso de campo (kg) de mazorcas cosechadas por familia



Además, se determinó el porcentaje de heterosis por familia en el segundo ciclo de producción de la variedad B. Para esto se comparó el peso de campo (transformado a kg/ha) de las familias de la variedad B en los dos ciclos de producción, y se obtuvo el porcentaje de heterosis. A continuación se presentan las familias en las que se determinó un porcentaje de heterosis mayor al 100%, durante el segundo ciclo de producción.

Gráfico 22: Porcentaje de heterosis en la variedad B en cuanto a peso de campo



Como se puede apreciar en el gráfico 22, la familia 32 fue la que presentó mayor heterosis en el segundo ciclo de producción en cuanto a peso de campo. En este caso, la familia 32 presentó 533.60% mayor peso de campo durante el segundo ciclo de producción, comparado con el primer ciclo, determinando que el proceso de selección de las mejores plantas durante el primer ciclo de producción fue útil para que el peso de campo incremente en el segundo ciclo en las familias de la variedad B. Los resultados muestran que el incremento de peso de campo en el segundo ciclo de producción como una respuesta positiva desde el punto de vista del fitomejoramiento.

6.4.4 Estimación de rendimiento de semilla en ambas variedades durante el segundo ciclo de producción

Para la estimación de rendimiento, en ambas variedades determinó la humedad de grano al momento de la cosecha, donde se obtuvo 21.71% de humedad para la variedad A y 24.75% para la variedad B. Además, se obtuvo un PG de 47.92 kg el caso de la variedad A, y 202.2 kg para la variedad B. En cuanto al AEP, para la variedad A fue de 105.6 m², mientras que para la B fue de 462 m² como se presenta a continuación.

Tabla 36: Datos obtenidos de cada variedad para la estimación de rendimiento

Datos	Variedad A	Variedad B
Humedad (%)	21.71	24.75
PG (kg)	47.92	202.2
AEP (m²)	105.6	462

Al reemplazar los valores mencionados en la fórmula se obtuvo en la variedad A un PGC de 4.18 ton/ha, con un rendimiento de semilla de 3,343 kg, 627 kg de grano comercial y 209 kg de granza. En cuanto a la variedad B, se obtuvo un PGC de 3.87 ton/ha, con un rendimiento de semilla de 3,098 kg, 581 kg de grano comercial y 194 kg de granza como se detalla a continuación.

Tabla 37: Rendimiento de semilla

	Variedad A	Variedad B
Peso total (kg)	59.9	252.7
80% grano	47.92	202.2
20% tuza	11.98	50.5
PGC (ton/ha)	4.18	3.87
PGC kg/ha	4,179	3,873
80% semilla	3,343	3,098
15% grano comercial	627	581
5% granza	209	194

El 20% de tuza para cada variedad (11.98 kg para A y 50.5 kg para B) fue obtenido a partir del peso total de las mazorca. Mientras que el PGC fue obtenido a partir del 80% de grano del peso total de las mazorcas.

6.4.5 Comparación de medias de ambas variedades en cuanto a rendimiento de semilla

Se tomaron los datos de rendimiento 10 familias por cada variedad al azar y, mediante la Prueba “t” de Student, se determinó las diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en cuanto a rendimiento de semilla entre ambas variedades durante el segundo ciclo de producción de semillas. En ambas variedades se calculó el rendimiento de semilla con un AEP de 4.4 m² y la humedad de cosecha correspondiente para cada variedad.

Tabla 38: Rendimiento de semilla (ton/ha) en el segundo ciclo de producción

Parámetro	Variedad	
	A	B
Media (\bar{y})	3.59	2.87
Rango	2.65	2.12
Desviación estándar (S)	0.87	0.70
Varianza (S²)	0.76	0.49
Coefficiente de variación	24.30 %	24.30 %
S\bar{d}	0.39	0.31
S\bar{y}	0.28	0.22
t calculada	13.01*	
t tabular	1.833	

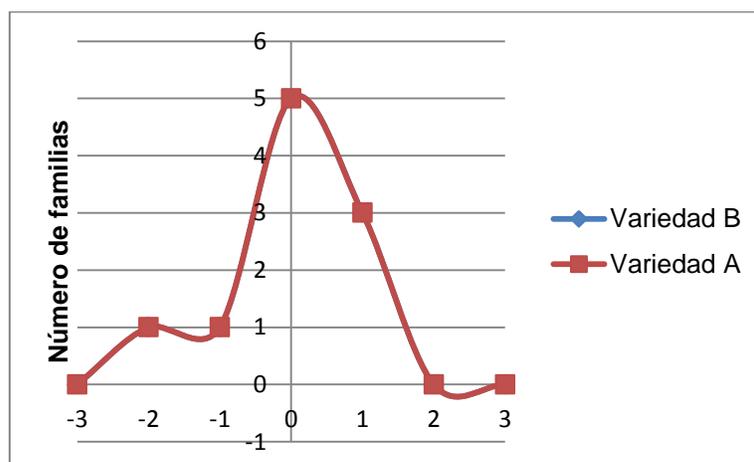
- Hipótesis nula: No existen diferencias en cuanto al rendimiento de semillas entre las dos variedades de maíz morado.
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias en cuanto al rendimiento de semillas entre las dos variedades de maíz morado.

En la tabla 38 se observa que la media de la variedad A es 20% mayor que la media de la variedad B, siendo 3.59 ton/ha para A y 2.87 ton/ha para B. Además la varianza para la variedad A fue de 0.76, mientras que para B fue de 0.49.

En cuanto al coeficiente de variación, en ambos casos fue de 24.30%, siendo un valor aceptable considerando que es un ensayo de campo.

Por otro lado, la distribución del rendimiento de semilla durante el segundo ciclo de producción en ambas variedades (gráfico 23), se determina que en ambas variedades el 90% de las familias se encuentran en ± 1 desviación estándar, es decir, entre 2.72 y 4.46 ton/ha para la variedad A y entre 2.17 y 3.57 ton/ha para la variedad B, por lo que se determinó que la uniformidad en el rendimiento de semilla en ambas familias fue muy similar.

Gráfico 23: Distribución del rendimiento de semilla (ton/ha) en el segundo ciclo de producción



Por último, mediante la Prueba “t” de Student, se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto al rendimiento de semilla en ambas variedades, siendo $t_c (10.01) >$ que $t_t (1.833)$, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

6.5 Comparación rendimiento de semilla de la variedad B entre los dos ciclo de producción

Para comparar el rendimiento de semilla de la variedad B entre los dos ciclos de producción de semilla, se tomaron 10 familias al azar, de las que se obtuvo el rendimiento de semillas para cada ciclo de producción, con un AEP de 4.4 m² para cada familia y la humedad de cosecha obtenida en cada ciclo. Con estos datos se realizó la Prueba “t” de Student para determinar diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los dos ciclos.

Tabla 39: Rendimiento de semilla de la variedad B en los dos ciclos de producción (ton/ha)

Parámetro	Ciclo	
	Primer ciclo	Segundo ciclo
Media (\bar{y})	2.61	2.87
Rango	1.36	2.12
Desviación estándar (S)	0.68	0.70
Varianza (S ²)	0.47	0.49
Coefficiente de variación	26.16 %	24.30 %
$S_{\bar{d}}$	0.39	0.31
$S_{\bar{y}}$	0.28	0.22
t calculada	0.91 ^{Nº}	
t tabular	1.833	

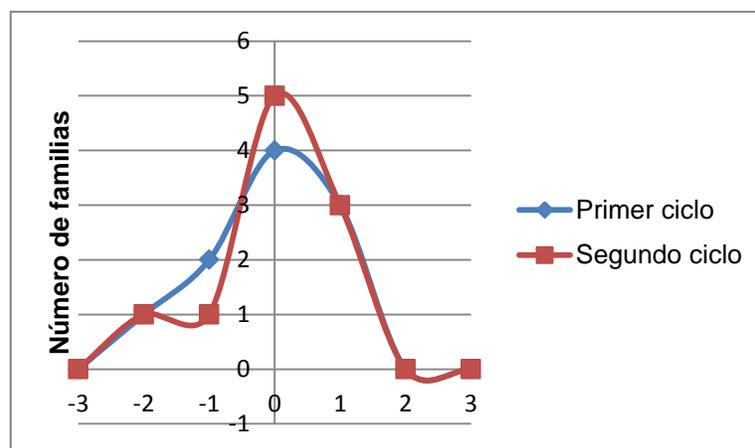
- Hipótesis nula: No existen diferencias en cuanto al rendimiento de semillas entre los dos ciclos de producción de maíz morado en la variedad B
- Hipótesis alternativa: Existen diferencias en cuanto al rendimiento de semillas entre los dos ciclos de producción de maíz morado en la variedad B.

Como se aprecia en la tabla 39, las medias en ambos ciclos de producción de semilla de la variedad B fueron muy similares, siendo la del segundo ciclo 9.1 % mayor que la del primer ciclo. Así mismo, la varianza en ambos ciclos es muy similar siendo para el primer ciclo 0.47 y para el segundo 0.49.

En lo que refiere al coeficiente de variación, en el primer ciclo fue ligeramente mayor a lo aceptable con 26.16%, mientras que para el segundo ciclo está dentro de lo aceptable con 24.30%.

Por otro lado, la distribución del rendimiento de semilla de la variedad B en los dos ciclos de producción (gráfico 24), el 90% de las familias del primer ciclo se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 1.93 y 3.29 ton/ha), así mismo, el 90% de las familias del segundo ciclo de producción se encuentran en ± 1 desviaciones estándar (entre 2.17 y 3.57 ton/ha), por lo que se determina que el rendimiento de semilla en ambos ciclos de producción en la variedad B presentaron la misma uniformidad y dispersión de datos.

Gráfico 24: Distribución del rendimiento de semilla de la variedad B en los dos ciclos de producción (ton/ha)



Por último, mediante la Prueba "t" de Student, se determinó que no existen diferencias ($p > 0.05$) en rendimiento entre los dos ciclos de producción de semilla de la variedad B, siendo $t_c (0.91) < t_t (1.833)$, por lo que se acepta la hipótesis nula.

7 Discusión

En lo que refiere a la evaluación agronómica de las dos variedades de maíz morado, A y B, en el primer ciclo de producción de semillas se determinó que ambas variedades presentaron similar porcentaje de germinación, sin embargo al analizar la variable días a la floración, se determinó que la variedad B fue más precoz que la A (anexo 7).

Por otro lado, se determinó que la variedad A presentó menor uniformidad en cuanto a altura de planta e inserción de la mazorca como demostró el coeficiente de variación obtenido para esta variedad (25.24% para altura de planta y 35.28% para altura de inserción de la mazorca), esta poca uniformidad en dichas variables fue provocada por influencia ambiental, la cual fue poco favorable para el desarrollo de la variedad A durante el ciclo de cultivo (Pandey, 1998). En el caso de la variedad A, el lote escogido para la siembra no había sido utilizado con fines agrícolas previamente, además durante la preparación del suelo no se incluyó enmiendas, como materia orgánica, para mejorar su calidad y estructura ya que la correcta preparación del suelo en el cultivo de maíz es fundamental para el óptimo desarrollo de este cultivo y, en este caso, para que el rendimiento de semillas sea uniforme (Agrawal et al, 1998). Además, según Ferro et al (2008), las variables altura de planta e inserción de la mazorca están relacionados con la resistencia de las plantas al acame o volcamiento por lo que estas variables deben ser tomadas en cuenta para conseguir menor acame en las plantas de maíz. Para evitar el volcamiento de las plantas de maíz es necesario crear barreras contra el viento (Suquilanda, 2011), en el caso de la variedad A, en general el lote de terreno no presenta este tipo de barreras por lo que existió varios casos de volcamiento de las plantas.

Respecto a las variables longitud, diámetro y número de hileras por mazorca, la distribución normal de estas para cada variedad mostró ser muy similar. Según Ferro et al (2008), las variables mencionadas (longitud, diámetro y número de hileras por mazorca) están

relacionadas con el rendimiento de las plantas de maíz, por lo que deben ser tomadas en cuenta cuando se quiere obtener mayor rendimiento en una variedad de maíz. Al realizar la Prueba “t” de Student, se determinó que existen diferencias significativas para las variables longitud y diámetro de mazorca, sin embargo la variable número de hileras por mazorca resultó ser no significativa, es decir no existen diferencias significativas entre las dos variedades de maíz morado, por lo que se determina que esta variable está determinada en forma varietal más que por influencia ambiental (anexo 8).

En cuanto a la variable peso de campo de las mazorcas, ambas variedades presentaron un coeficiente de variación elevado, por lo que se concluyó que existió una gran influencia ambiental sobre las mismas.

Por otro lado, la estimación de rendimiento de las variedades A y B en el primer ciclo de producción, como ya se mencionó, la variedad A presentó gran influencia ambiental, cosa que se reflejó directamente en el rendimiento, razón por la que no se obtuvo una estimación real de producción de semillas de la variedad A en el primer ciclo de producción. Por otro lado, la estimación de rendimiento de la variedad B fue de 2,568 kg/ha de semilla, 481 kg/ha de grano comercial y 160 kg/ha de granza.

En lo que refiere al segundo ciclo de producción de semillas, se determinó que, a diferencia del primer ciclo de evaluación, las variables altura de planta e inserción de la mazorca fueron estadísticamente diferentes en ambas variedades. En este caso, para la variable altura de planta la variedad A presentó mayor uniformidad, mientras que para altura de inserción de la mazorca la variedad B presentó mayor uniformidad en los datos obtenidos. Sin embargo en ambos casos el coeficiente de variación de la variedad B fue mayor lo que demostró que esta variedad presentó mayor influencia ambiental.

En cuanto a la cosecha del segundo ciclo de producción de semillas, la variedad A fue cosechada con una humedad del 21.71%, mientras que la B con humedad de 24.75%. Siendo el porcentaje de humedad recomendado 28%, en ambos casos la humedad se encontró dentro del rango recomendado, ya que a menos de 15% de humedad los granos pueden sufrir daño mecánico al momento de la cosecha (Obrador, 1984).

En lo que refiere a las variables longitud, diámetro y número de hileras por mazorca, únicamente el diámetro de mazorca presentó diferencias significativas, manteniendo la tendencia del primer ciclo de producción donde la variable número de hileras por mazorca tampoco presentó diferencias significativas.

En cuanto a la variable peso de campo de las mazorcas en el segundo ciclo, ambas variedades presentaron un coeficiente de variación similar, ligeramente por arriba del límite aceptable para condiciones de campo, por lo que se concluyó que existió una leve influencia ambiental durante el proceso productivo de ambas variedades.

Por otro lado, el rendimiento de semilla de las variedades A y B en el segundo ciclo de producción se incrementó siendo para la variedad A 3,343.2 kg/ha de semilla, 627 kg/ha de grano comercial y 209 kg/ha de granza, mientras que para la variedad B se obtuvo 3,098 kg/ha de semilla, 581 kg/ha de grano comercial y 194 kg/ha de granza. Al ser el rendimiento mayor en el segundo ciclo de producción, se determina que existió menor influencia ambiental durante este ciclo, además de que las labores culturales fueron ejecutadas efectivamente (Suquilanda, 2011). Así mismo, en el segundo ciclo de producción de semillas se determinó que, la previa selección de las mejores familias durante el primer ciclo de producción aportó a que el rendimiento de semillas sea mayor.

En cuanto a la comparación de rendimiento de semilla entre los dos ciclos de producción de la variedad B, se determinó que no existieron diferencias significativas, por lo que se

determina que la variedad B mantuvo un similar rendimiento de semilla durante los dos ciclos de producción, obteniendo en el segundo ciclo 17.1% más semillas que en el primer ciclo.

8 Conclusiones

- Se comprobó que Ecuador tiende a ser un país consumidor de maíz más que exportador o productor; se determinó que la demanda de maíz amarillo en la industria de balanceados es muy elevada, como consecuencia, Ecuador requiere la importación de este producto para satisfacer las necesidades de dicha industria. Además, la demanda de maíz morado tiende a aumentar año a año demostrando que existe un mercado potencial para la venta de semillas de este tipo de maíz.
- Por otro lado, se determinó que la oferta de maíz no abastece el mercado nacional, ya que existe una alta producción de maíz, sin embargo, esta producción no llega a satisfacer el mercado.
- En cuanto a los precios del maíz suave, se determinó que tienen una tendencia creciente a medida que pasan los años, siendo el máximo precio entre los años 2000 – 2009 \$1.31/kg para el mayorista y \$0.95/kg para el productor. En cuanto a la comercialización, esta se realiza principalmente por intermediarios, los cuales compran el producto al productor.
- En lo que refiere a la producción de semilla, existe la tecnología y los medios suficientes para la realización del proceso productivo, además se llegó a la conclusión que este proyecto requiere 10 hectáreas para que sea rentable.
- En el estudio económico - financiero se determinó que es un proyecto rentable con una tasa interna de retorno de 36% comparado con la tasa mínima aceptables establecida de 11,18%, además presenta un valor presente neto positivo de \$31,693.16 y una relación

beneficio / costo de 1.88, es decir, por cada dólar invertido se obtiene \$0.88 de ganancia, demostrando así la rentabilidad del proyecto.

- En cuanto a la evaluación agronómica de las dos variedades de maíz, variedad A y B, la estimación de rendimiento de maíz morado durante el primer ciclo de producción de semillas fue de 2,568 kg/ha de semilla, 481.7 kg/ha de grano comercial y 160.6 kg/ha de granza para la variedad B, en cuanto a la variedad A, no se pudo realizar una estimación real del rendimiento debido a que existió gran influencia ambiental sobre su comportamiento durante el ciclo de producción.
- Durante el primer ciclo de producción de semillas se determinó que la variedad A es más sensible que la variedad B a presentar alteraciones en su desarrollo y rendimiento provocado por el ambiente.
- En el segundo ciclo de producción de semilla se comprobó que la variedad A es un 7.33% más productiva que la variedad B. Siendo el rendimiento de semilla para la variedad A de 3,343 kg/ha, 627 kg/ha de grano comercial y 209 kg/ha de granza, mientras que para la variedad B se obtuvo 3,098 kg/ha de semillas, 581 kg/ha de grano comercial y 194 kg/ha de granza.
- En la comparación de rendimiento de semilla en los dos ciclos de producción de la variedad B se determinó que el segundo ciclo tuvo un 17.1% más rendimiento de semilla que el primer ciclo de producción.

9 Recomendaciones

- Con el fin de tener mayor rentabilidad en un proyecto de producción de semillas, se puede considerar alquilar la maquinaria para tratar las semillas después de la cosecha, especialmente la tratadora de semillas, la cual tiene un costo de \$35,000 lo cual está incluido en la inversión inicial del proyecto. En este caso, si se decide

alquilar esta maquinaria, la inversión inicial (\$110,703) disminuiría en un 31.6%, con dicha reducción de la inversión inicial se pudiera mantener un proceso productivo eficiente y además tener una mayor rentabilidad en el proyecto de inversión. Además, tomar en cuenta que los costos y gastos afectan directamente la relación beneficio / costo por tanto considerar costos y gastos reales en el momento de su estimación.

- Considerar que el mayor mercado de maíz suave se encuentra en la región Sierra, por lo que la producción de semillas y comercialización debe ejecutarse en áreas cercanas a las zonas productivas de maíz suave.
- En cuanto a la producción de semillas de maíz morado se recomienda, además de un tiempo de desfase en la floración de las variedades, siempre mantener una distancia entre los lotes de producción mayor a 200 metros. En el caso del segundo ciclo, por razones de espacio, se optó por un aislamiento de 15 días en el tiempo de siembra ya que la distancia entre lotes fue únicamente de 57 metros. Además, se recomienda incrementar el área de los lotes de producción de semilla.
- Determinar el porcentaje de pureza de las semillas para asegurar al productor semillas de calidad y con un nivel determinado de antocianinas.
- Tomar en cuenta la importancia de las labores culturales, como el uso de aceite agrícola para control del gusano de la mazorca y la colocación de cobertores en las mazorcas para evitar daños provocados por pájaros, para disminuir las posibles pérdidas de grano al momento de la cosecha. Además, realizar una correcta preparación del terreno antes de la siembra, así como también una fertilización adecuada y control de malezas durante el proceso productivo.
- Finalmente, realizar un correcto proceso postcosecha (selección de granos, desgrane, secado y almacenamiento) con el fin de garantizar la calidad óptima de la semilla para el siguiente ciclo de producción.

10 Referencias

1. Agrawal, P., Agrawal, B., Venkat Rao, P., y Singh, J. (1998). Maize seed industries in developing countries. Capítulo 6: Seed multiplication, conditioning, and storage. Rienner, CIMMYT. México DF.
2. AGROBIOLAB. (2011). Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. Quito – Ecuador.
3. Arteaga, E. y Torres, L. (2004). Análisis de la cadena productiva y comercializadora del maíz, a nivel local y como una fuente de exportación. Fecha publicación 05 – enero. Colección Tesis de Grado – FEN. ESPOL – Ecuador.
4. Baca, G. (2010). Evaluación de Proyectos. Sexta Edición. McGraw Hill: México.
5. BCE. (2011). Banco Central del Ecuador. Comercio Exterior, información estadística. Importaciones maíz amarillo y morado, exportaciones maíz amarillo y morado. NANDINA.
6. Caviedes, M. (2010). Cultivos I: Sierra. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición.
7. Cubero, J. (2003). Introducción a la mejora genética vegetal. Grupo Mundi-Prensa: Madrid – España.
8. Delouche, J. y Cadwell, W. (1960). Seed vigor and vigor tests. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Of. Seed Analysts, p. 124 - 129.
9. FAO. (1993). El maíz en la nutrición humana. Departamento de Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y nutrición, N°25. Roma – Italia.
10. FAO STAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Estadísticas producción de semillas y grano de maíz en Ecuador. Años 2009, 2011 y 2013.

11. Ferro, E., Ríos, H., Chirino, E., Márquez, M., Valdés, R., Suárez, Y. y Alfaro, F. (2008). Entendiendo el sistema informal de semilla de maíz cubano. La selección de variedades de maíz (*Zea mays*, Lin) por campesinos de la Palma, Pinar del Río. Cultivos tropicales, vol. 29, no. 1, p. 61-68. Cuba.
12. Fontana, H. y González, C. (2000). El maíz en Venezuela. Fundación para la investigación agrícola DANAC. Fundación Polar: Caracas – Venezuela.
13. Google Earth. (2011). Ubicación geográfica Granja Tumbaco USFQ. Coordenadas y altitud.
14. Halliwell, B. (1999). Antioxidant defence mechanisms: from the beginning to the end (of the beginning). Free Radic Res. 1999 Oct;31(4):261-72. Department of Biochemistry, National University of Singapore, Singapore.
15. INEC. (2013). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo poblacional 2010, Ecuador.
16. INEC. (2013). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Sistema agroalimentario del maíz. Ecuador en cifras. Consumo per cápita (Kg) de maíz suave en el Ecuador.
17. INIAP. (2013). Venta de semillas y plantas. Precio semillas maíz a nivel nacional, Ecuador.
18. León, X. y Yumbra, M. (2010). El agronegocio en Ecuador: El caso de la cadena del maíz y la empresa PRONACA. Quito, Ecuador. Publicación Julio 2010.
19. Lind, D., Marchal, W. y Wathen, S. (2008). Estadística aplicada a los negocios y la economía. Mc Graw Hill: México DF.
20. Magri, J. (2006). Guía para la presentación de proyectos. Ipes. Editorial Siglo XXI: México.
21. Morris, M. (1998). Maize seed industries in developing countries. Capítulo 1: Maize in the developing world: Waiting for a green revolution. Rienner, CIMMYT. México DF.

22. Obrador, J. (1984). Cosecha de granos: Trigo, maíz, fréjol y soya. Oficina regional de la FAO para Latino América y El Caribe: Santiago de Chile. Serie: Tecnología Postcosecha 2. Producido por: Departamento de Agricultura. Depósito de documentos de la FAO.
23. Pandey, S. (1998). Maize seed industries in developing countries. Capítulo 4: Varietal development: Conventional plant breeding. Rienner, CIMMYT. México DF.
24. Racines, M, Mendoza, L. y Yáñez, F. (2011). Retorno económico de la investigación y transferencia de tecnologías generadas por el INIAP-ECUADOR: Caso maíz duro. INIAP: Quito-Ecuador.
25. Riccelli, M. (2000). I Curso internacional sobre desarrollo de híbridos y producción de semilla de maíz. ASOPORTUGUESA, FONAIAP, CIMMYT: Impresora Portuguesa.
26. Ross, S., Westersield, R. y Jordan, J. (2010). Fundamentos de Finanzas Corporativas. 9na edición. McGraw Hill: México.
27. Sáenz Flores, J. (2006). Manual de Gestión Financiera. Septiembre 2006. España.
28. Sánchez, J. (2002). Introducción a la estadística en las ciencias biológicas. Pg. 96. Quito- Ecuador.
29. Sapag Chain Nassir y Sapag Chain Reinaldo. (2006). Preparación y evaluación de proyectos. McGraw Hill: México.
30. SIGAGRO. (2011). Sistema de información geográfica y agropecuaria. AGROCADENA DE MAÍZ Y AVICULTURA - PANORAMA NACIONAL DEL MAÍZ AMARILLO. Información nacional y provincial maíz solo y en asociación. Flunal, panorama nacional del maíz.
31. Suquilanda, M. (2011). Producción orgánica de cultivos andinos (manual técnico). FAOEC, Publiasesores: Quito.
32. Torres, M., Bravo, A., Caviedes, M. y Arahana, V. (2012). Molecular and morphological characterization of S2 lines of black corn (*Zea mays* L.) from

Ecuadorian Andes. Avances en Ciencias e Ingenierías. Publicado el 06/30/2012, publicación semestral Julio 2012 de la Universidad San Francisco de Quito.

33. Velásquez, J. Monteros, A. y Tapia, C. (2008). Semillas: Tecnología de producción y conservación. INIAP, Quito – Ecuador.
34. Villavicencio, A. y Vásquez, W. (2008). Guía Técnica de Cultivos. INIAP: Quito-Ecuador.
35. Webster, A. (2001). Estadística aplicada a los negocios y la economía. Tercera edición. McGraw Hill: Colombia.

11 Anexos

11.1 Anexo 1: Método de mínimos cuadrados para importaciones de maíz duro

Años	Importaciones, TM		Desviaciones		Cuadrados		Productos
	X	Y	X	Y	X ²	Y ²	XY
2004	1	457,710	-3.00	20,512.29	9.00	42,075,3865.22	-61,536.86
2005	2	417,866	-2.00	-19,331.71	4.00	373,715,177.22	38,663.43
2006	3	483,320	-1.00	46,122.29	1.00	2,127,265,239.51	-46,122.29
2007	4	553,160	0.00	115,962.29	0.00	13,447,251,708.08	0
2008	5	327,952	1.00	-109,245.71	1.00	11,934,626,089.80	-109,245.71
2009	6	348,681	2.00	-88,516.71	4.00	7,835,208,707.94	-177,033.43
2010	7	471,695	3.00	34,497.29	9.00	1,190,062,721.65	103,491.86
SUMA	28	3,060,384	0.00	0.0000	28.00	37,328,883,509.43	-251,783
Media	4.00	437,197.71					

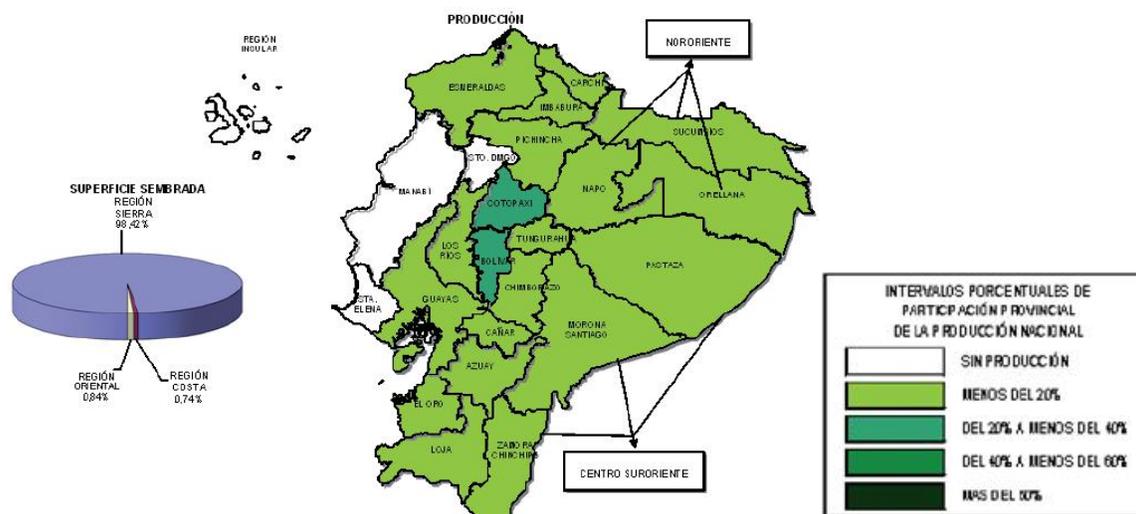
Fuente: Estadísticas importación, Banco Central del Ecuador

11.2 Anexo 2: Método de mínimos cuadrados para importaciones de maíz morado

Años	Importaciones (ton) maíz morado		Desviaciones		Cuadrados		Productos
	X	Y	X	Y	X ²	Y ²	XY
2008	1	85.88	-2.00	-142.22	4.00	20,225.39	284.43
2009	2	225.32	-1.00	-2.78	1.00	7.71	2.78
2010	3	338.96	0.00	110.86	0.00	12,290.83	0
2011	4	258.5	1.00	30.40	1.00	924.40	30.40
2012	5	231.82	2.00	3.72	4.00	13.87	7.45
SUMA	15	1140.48	0.00	0.00	10.00	33,462.19	325.06
Media	3,00	228.10					

Fuente: Estadísticas importación, Banco Central del Ecuador

11.3 Anexo 3: Maíz suave seco: Porcentaje de superficie sembrada y producción (región y provincia)



11.4 Anexo 4: Análisis de suelo de los lotes para producción de semilla

Análisis lote variedad A:

Datos del Cliente		Referencia	Interpretación		
Cliente : BORJA MARIA JOSE Prop / Dir : GRANJA EXPERIMENTAL Cultivo : MAIZ SUAVE Ingreso : 30/11/2012 **Ensayo : 03/12/2012 No. Lab. : Desde : 139721 Hasta : 139721		No. Doc.: 45925 Emisión: 07/12/2012 Impreso: 07/12/2012 Página: 1 de 2	Textura Boul, S.W. 1973 Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca	Elementos INIAP, Inf.Téc.1979 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	pH Knott, J.E. 1962 Ac = Acido LAc= Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino AI = Alcalino

Nombre : LOTE A, Inicio

No. Lab. : 139721 Profund (cm): 0-20

*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
6.10LAc	0.26B	1.69B	58.20S	5.30B ± 0.84	0.51A ± 0.09	6.29S ± 1.13	2.80A ± 0.47	0.07B	9.67M
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4
5.40A ± 1.08	50.30A ± 13.07	3.40B <L.C.	1.70B ± 0.64	0.18B	7.00B	14.79A	2.24A	5.49E	17.82E

Análisis lote variedad B:

Datos del Cliente		Referencia	Interpretación		
Cliente : USFQ / CARLOS RUALES Prop / Dir : USFQ / CARLOS RUALES Cultivo : PASTOS ZONA FRIA Ingreso : 21/10/11 **Ensayo : 24/10/11 No. Lab. : Desde : 133816 Hasta : 133816		No. Doc.: 44068 Emisión: 28/10/11 Impreso: 07/11/11 Página: 1 de 2	Textura Boul, S.W. 1973 Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca	Elementos INIAP, Inf.Téc.1979 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	pH Knott, J.E. 1962 Ac = Acido LAc= Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino AI = Alcalino

Nombre : MUESTRA 1
No. Lab. : 133816 Profund (cm): 0-20

*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
7.30Pn	0.30B	1.31B	2.20B	16.10M ± 2.57	0.80A ± 0.14	11.87A ± 2.13	5.92E ± 1.00	0.06B	18.65M
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4
9.10E ± 1.82	25.10M ± 6.52	3.00B <L.C.	3.90M ± 1.48	0.40B	9.60B	8.36A	2.00A	7.40E	22.23E

11.5 Anexo 5: Actividades realizadas en campo



Raleo, dos plantas por sitio



Colocación de etiquetas para cada familia de cada variedad



Toma de datos días a la floración



Selección de las mejores plantas por familia

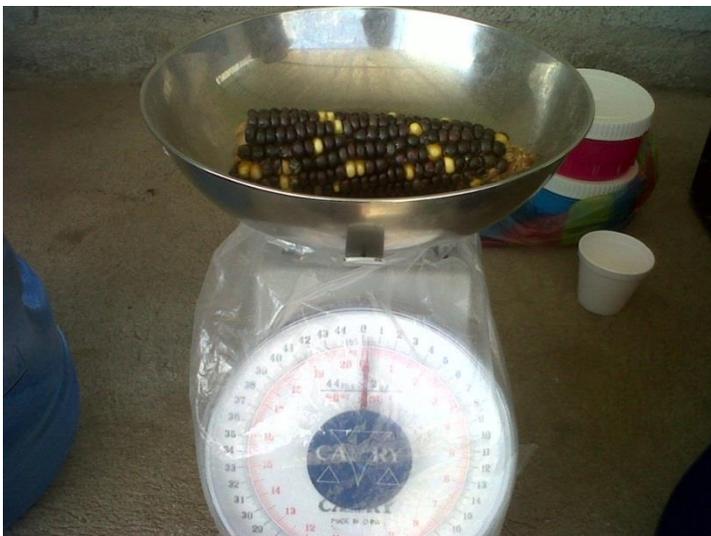
Colocación de cobertores en mazorcas



Toma de datos de las variables altura de planta e inserción de mazorca



Cosecha de las familias de cada variedad



Toma de datos de la variable peso en campo



Etiquetado de las mazorcas seleccionadas para semilla del siguiente ciclo de producción.

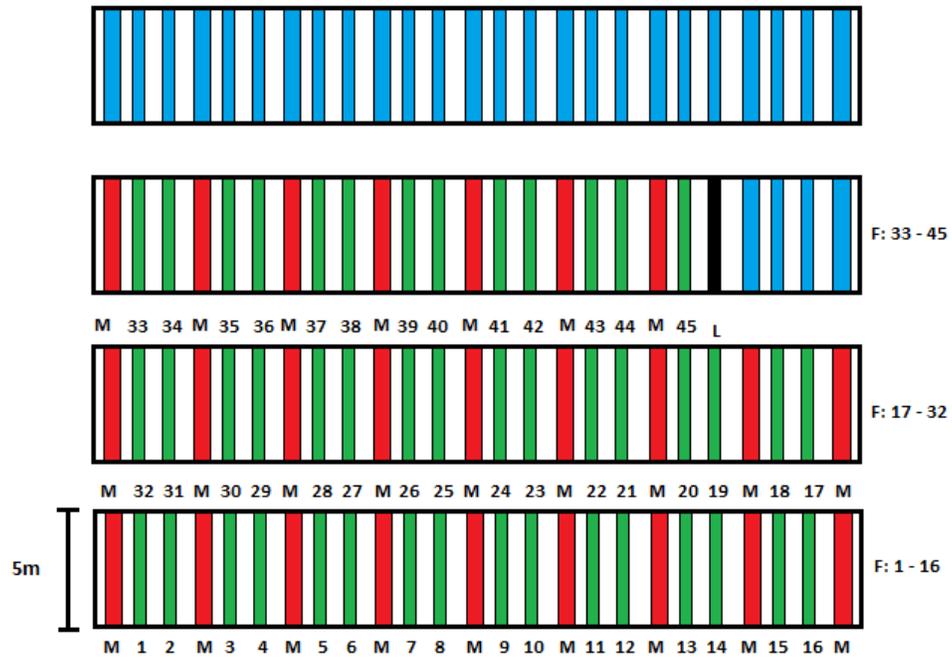
11.6 Anexo 6: Esquema de siembra “medios hermanos” en las variedades A y B

En ambos casos:

- Franja roja = Surcos plantas “macho”
- Franja Verde = Surcos plantas “hembras”
- Franja azul = Surcos plantas “macho” adicionales

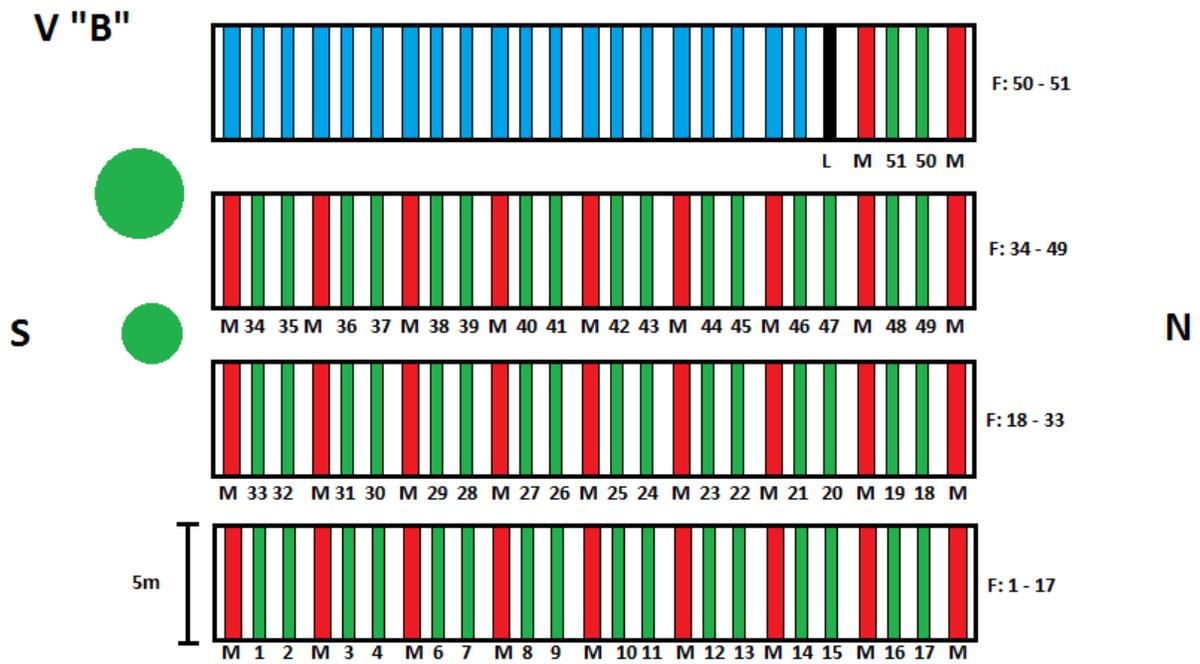
Variedad A:

V "A"



Variedad B:

V "B"



N

11.7 Anexo 7: Resumen de medias del primer ciclo de producción de semillas

Variable	Variedad	
	A	B
Porcentaje de germinación	90,08	88,43
Días a la floración	106,77	92,61
Altura de planta	141,28	200,26
Altura de inserción de la mazorca	75,07	109,96
Longitud de mazorca	15,43	12,81
Diámetro de mazorca	3,47	2,96
Número de hileras por mazorca	13,19	12,84
Peso de campo por familia (Kg)	0,44	2,26

11.8 Anexo 8: Resumen de resultados y significación estadística con la Prueba “t” de Student

Variable	Significancia estadística
Porcentaje de germinación	No significativo
Días a la floración	Significativo
Altura de planta	Significativo
Altura de inserción de la mazorca	Significativo
Longitud de mazorca	Significativo
Diámetro de mazorca	Significativo
Número de hileras por mazorca	No significativo