

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



*DETERMINACION DE PARAMETROS GENETICOS DEL
CRECIMIENTO DE LA RAIZ EN MAIZ TROPICAL*

Por:

ALFONSO JONATHAN RODRIGUEZ PIMENTEL

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre del 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

DETERMINACION DE PARAMETROS GENETICOS DEL
CRECIMIENTO DE LA RAIZ EN MAIZ TROPICAL

POR:

ALFONSO JONATHAN RODRIGUEZ PIMENTEL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


M.C. Arnoldo Oyervides García

COASESOR


Ing. Alejandro Arredondo Osorio

COASESOR


Dr. Fernando Borrego Escalante

COASESOR


Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo Coahuila, México.

Noviembre del 2011.

BIOGRAFIA

El autor, Alfonso J. Rodríguez Pimentel, nació en la ciudad de Saltillo, Coah; el día 28 de septiembre de 1984, hijo del Sr. Ing. Carlos Artemio Rodríguez Cárdenas, y de la Sra. María Emilia Pimentel de Rodríguez.

En el año 2002 el sustentante ingreso a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, para seguir la carrera de Ingeniero Agrónomo en Producción, la cual termino en dicho plantel en el año de 2008.

AGRADECIMIENTOS

A la memoria del gran filántropo Don Antonio Narro, que nos lego nuestra Alma Mater.

Al Ing. M. C. Arnoldo Oyervides García, por su amistad y su valiosa ayuda en la elaboración de la presente tesis; quien sin escatimar esfuerzos siempre me brindo su asistencia técnica.

Al Ing. Alejandro Arredondo Osorio, por su amistad, su colaboración inapreciable y útiles orientaciones.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante por su ayuda en la revisión y enseñanza de sus conocimientos

Al Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera, por participar en la revisión de este trabajo.

A los maestros, que dedican su vida y sus esfuerzos para capacitar mejores hombres que hacen un México mejor, en la rama de la agronomía.

A mi querida ALMA MATER.

A todos mis amigos.

DEDICATORIA

A MI MADRE.

Mujer a la que amo con todo mi ser, quien me ha inculcado que el único sendero del bien es el estudio, herencia indescriptible y única de verdadero valor, siendo la única que me ha apoyado económica y moralmente durante toda mi vida, para ella todo mi amor y mi veneración, no me alcanzaría la vida para agradecerle.

A MI HIJO CARLOS.

A MI QUERIDA HERMANA EMILIA MAYELA.

A TODAS MIA TIAS.

A LA MEMORIA DE MI PADRE

INDICE DE CONTENIDO

BIOGRAFIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIAS	v
INDICE DE CONTENIDO	vi
INDICE DE CUADROS	viii
I.- INTRODUCCION	1
• OBJETIVOS.....	3
• HIPOTESIS.....	3
II.-REVISION DE LITERATURA	4
• MEJORAMIENTO GENETICO.....	5
• RESPUESTA A LA SELECCION.....	6
• SELECCION RECURRENTE.....	7
• PARAMETROS GENETICOS.....	10
• HEREDABILIDAD.....	13
• EL SISTEMA RADICULAR EN EL MAIZ.....	15
• EL SISTEMA RADICULAR EN EL SUELO.....	18
• GENERALIDADES SOBRE LA SEQUIA Y CONSECUENCIAS DEL ESTRES HIDRICO SOBRE EL SISTEMA RADICAL	21
III.- MATERIALES Y METODOS	23
• ANALISIS ESTADISTICO.....	24
• MODELO MATEMATICO.....	24

- ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CRECIMIENTO DE LA RAIZ DE 317 PROGENIES.....25
- PARAMETROS GENETICOS.....25

- IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....28**
- PARAMETROS GENETICOS ESTIMADOS30

- V.- CONCLUSIONES.....32**
- VI.- LITERATURA CITADA.....33**
- VII.- APENDICE.....41**

INDICE DE CUADROS

CUADROS	PAGINA
5.1 Resultados del análisis de varianza para el crecimiento de la raíz de 317 progenies.....	29
5.2 20 mejores familias que formaran el primer ciclo de selección Recurrente de líneas S_1 de raíces largas.....	29
5.3 20 peores familias que formaran el primer ciclo de selección Recurrente de líneas S_1 de raíces cortas.....	30

I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos básicos más importantes del mundo, siendo para México, el principal componente en la dieta de la población.

Los principales países productores son, Estados Unidos con 314.44 millones de toneladas, China con 178.0, la Unión Europea (27 estados) con 61.04, Brasil con 61.0, Argentina con 27.5 y México con 27 millones de toneladas (USDA 2011).

México es considerado el centro de origen del maíz y mega-centro de diversidad genética. Como ya se mencionó antes, es el cultivo más importante de México, impactando los sectores; alimentario, político y social.

Este grano se produce en dos ciclos productivos: primavera-verano y otoño-invierno, bajo las más diversas condiciones agroclimáticas, de humedad, temporal y riego. La producción de este grano está diseminada en todo el territorio nacional; sin embargo, las regiones Centro Occidente y Sureste del país aportaron el 57.5% de la producción total durante el periodo 1996-2006; la del Centro el 19%. Después de éstas se encuentran las regiones Noroeste y Noreste, cuya participación se cifra en 16.7 y 6.8%, respectivamente. En el ámbito estatal, cinco entidades de la República contribuyen con el 55% de la producción total promedio anual (19.3 millones de toneladas), siendo los principales estados productores, en orden de importancia: Jalisco con 15.4%, Sinaloa, con 14.4%; Estado de México con el 9.9%; Chiapas, 9%, y Michoacán con el 6.5%. La producción conjunta de estos estados es equivalente a 10,652.3 miles de toneladas. El 45% restante de la

producción se distribuye en 27 estados del país, entre los que destacan Guerrero, Veracruz, Guanajuato, Puebla, Oaxaca y Chihuahua, (SIAP 2011).

La presencia de diversidad genética, sobre todo en los centros de origen, ha sido de fundamental importancia para conservar y mejorar la productividad de los cultivos agrícolas, en los países en desarrollo caracterizados por agro-climas variados. Tal diversidad protege a los pequeños productores frente a enfermedades, plagas, sequías y otras presiones y también les permite explotar toda la gama de agro-ecosistemas, que existen en cada región pero cuyas condiciones difieren en calidad de suelo, altitud, pendiente y disponibilidad de agua, entre otros (Altieri, 2003).

El mejoramiento genético del maíz en México ha sido importante para el desarrollo de la agricultura nacional. Los fitomejoradores han hecho trabajo de mejoramiento en algunas especies vegetales. Uno de ellos es la selección recurrente, la cual es efectiva en la recombinación de los genes favorables y la eliminación de los desfavorables. La efectividad de cualquier método de selección depende del equilibrio de dos factores principales, la selección y la deriva genética, ambas afectando frecuencias alélicas en la población bajo mejoramiento. El proceso de selección resulta en un aumento de las frecuencias de los alelos favorables y la deriva genética puede causar un cambio al azar en las frecuencias de los alelos debido al pequeño tamaño de la muestra de la población. Los caracteres más estudiados en función de la herencia son el rendimiento de grano, forraje, proteína, altura de la planta, la precocidad, la resistencia a plagas y

enfermedades entre otros, sin embargo los estudios relacionados con el crecimiento de raíz son muy escasos principalmente por la dificultad que conlleva en medir tal carácter por eso es que en este estudio la cuantificación de la raíz se lleva a cabo bajo el cultivo de hidroponía, estudiándose la variabilidad genética que se presenta en una población de maíz bajo los siguientes:

Palabras clave: **Locus:** Es la posición o lugar particular que ocupa un gen (segmento de ADN) en un cromosoma, cuando se usa en plural es LOCI. **Aerenquima:** Es un tejido vegetal parenquimático con grandes espacios intercelulares llenos de aire. **Lineas s₁:** A las líneas de la 1ra generación de autofecundación se les llama líneas s₁. **Genes deletéreos :** Son aquellos que no producen la muerte del individuo pero si que afectan a su desarrollo, vigor y fertilidad.

Objetivos

- 1.- Determinar si existe variabilidad genética en la población para crecimiento de raíz.
- 2.- Determinar los parámetros genéticos del tamaño de raíz en una población de amplia base genética.
- 3.- Incrementar el tamaño de raíz en una población de amplia base genética.

Hipótesis

- 1) Existe variabilidad genética para crecimiento de raíz en una población de amplia base genética.
- 2) Los valores de parámetros genéticos son suficientemente altos que sirvan para iniciar un proceso de selección recurrente é incrementar el tamaño de la raíz en la población de amplia base genética.

3) Existen individuos en la población de amplia base genética con mayor crecimiento de raíz.

II. REVISION DE LITERATURA

El maíz ha sido a través de la historia el alimento más importante y más emblemático del pueblo mexicano, cuyo cultivo se practica bajo diferentes condiciones agroclimáticas con diferencias tecnológicas, que van desde la producción de temporal más atrasada, que obtiene rendimientos de 0.7 toneladas por hectárea; para poder sobrevivir, la planta depende fundamentalmente de un órgano fundamental que es la raíz. El rendimiento por unidad de superficie, es generalmente bajo, en estas condiciones y la producción final, está determinada por la cantidad y distribución de las lluvias durante el ciclo del cultivo, así como del potencial genético, donde la raíz es indispensable para sus funciones.

La raíz cumple con varias funciones todas ellas muy importantes. Por un lado, permite el anclaje o fijación de la planta al suelo. El tamaño relativo de las raíces determinan también la posibilidad de que una planta pueda tener un mayor o menor desarrollo de su parte aérea. La raíz también permite la absorción del agua y de los nutrientes minerales disueltos en el suelo para su absorción y transporte al resto de la planta. También, la raíz es el soporte de asociaciones simbióticas complejas con varios tipos de microorganismos, tales como bacterias y hongos, que ayudan a la disolución del fósforo inorgánico del suelo, a la fijación del nitrógeno atmosférico y al desarrollo de las raíces secundarias.

La raíz, por otro lado, juega un papel también muy importante en la creación y protección del suelo. Las moléculas y enzimas segregadas por las raíces y sus relaciones simbióticas contribuyen a la formación del suelo. En cuanto a la protección del suelo, la raíz ayuda a evitar la erosión.

Mejoramiento genético

El mejoramiento genético es el arte y la ciencia de incrementar el rendimiento o la productividad, la resistencia a agentes abióticos y bióticos adversos, el vigor, la calidad o el rango de adaptación en las especies vegetales domésticas por medio de los cambios en el genotipo (la constitución genética) de los individuos. El mejoramiento genético se inició cuando el hombre primitivo cambió su hábito nómada y de recolección por una agricultura naciente, al seleccionar las mejores plantas y luego multiplicarlas; así, la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento. En 1716, Cotton observó por primera vez la hibridación natural al cruzarse por primera vez maíces de diferente color. Tiempo después, en 1717, Fairchild produjo artificialmente la primera planta híbrida de clavel. A esta planta híbrida se le denomina comúnmente la “mula” de Fairchild. Por otra parte, Knight (1759-1835) fue el primero en utilizar la hibridación con fines prácticos en hortalizas. De acuerdo con De Vries (1907), Couter y Shirreff fueron los primeros en utilizar la prueba de progenies. En 1856, Leveque de Vilmorin publicó los resultados obtenidos de estudios intensivos acerca de la prueba de progenies. En 1890, Nilsson estableció que solamente los progenitores de plantas individuales eran uniformes y que la planta completa constituía la base correcta

para la selección y no una espiga o una sola semilla. La teoría de la planta individual, por el método de selección de líneas puras, fue confirmada por Johansen en 1903, con base en sus trabajos realizados en frijoles. En ese mismo año, Hays estableció el uso de las progenies de plantas individuales para producir variedades uniformes. En 1869, Darwin y Russell postularon el origen de las especies por medio de la selección natural, efectos de la hibridación y autofecundación en el reino vegetal. En 1900, con el redescubrimiento de las leyes de la herencia dictadas por Mendel, se inicia una nueva etapa del fitomejoramiento. Al contar con bases científicas, no sólo para buscar y seleccionar genotipos superiores en las poblaciones, sino para planear y formar nuevos tipos de vegetales más o menos a voluntad, aprovechando la variabilidad de las poblaciones, el fito-mejoramiento fue teniendo menos de arte y más de ciencia.

Respuesta a la selección

El progreso en la selección, depende del tamaño de la variabilidad genética existente en una población y las magnitudes de sus componentes, estos y la interacción genotipo por ambiente, proveen al fito-mejorador de información en cuanto a si existe suficiente variabilidad genética en el germoplasma a utilizar, cual es el más adecuado esquema de selección, para el mejor aprovechamiento de dicha variabilidad, de cuan extensamente el germoplasma debe ser probado para identificar los mejores progenitores, y si el mismo método de selección, será igualmente apropiado para mejorar caracteres de diferente importancia, (Dudley y Moll, 1969).

La predicción de la ganancia por ciclo de selección, es una de las mejores contribuciones del estudio de los componentes de la varianza genética en una población. Hallauer y Miranda (1988) dan las expresiones usadas para calcular la ganancia genética por selección, a través de diferentes estructuras familiares, incluyendo selección recurrente entre líneas S_1 .

Selección recurrente

La selección recurrente entre líneas S_1 , ha probado ser muy efectiva en el mejoramiento poblacional de maíz (West et al. 1980, Moll y Smith 1981). Esta utiliza muy bien los efectos aditivos. Este método, además es conocido por reducir la depresión endogámica (Tanner y Smith, 1987).

Según Chávez (1993) la selección es uno de los procedimientos de mejoramiento más antiguo y constituye la base de todo mejoramiento de plantas. El propósito es seleccionar los mejores individuos para usarlos como progenitores de la siguiente generación, donde la frecuencia de genes no será la misma que la de la población original. Chávez (1995) dice que la selección recurrente, es aquella en que los individuos que son los más deseables, se escogen de manera sistemática, para después recombinarlos, para formar así una nueva población, y su finalidad es la de el incremento en la frecuencia de genes deseables, en las poblaciones con variabilidad genética al seleccionar y recombinar generación tras generación las plantas que llevan estos genes. La efectividad de la selección recurrente depende de:

- Las frecuencias génicas de la población.
- La heredabilidad de las características bajo selección.
- La variabilidad génica.

Según, Castañón (1983), la selección recurrente se desarrolló como un método sistemático, para acrecentar la frecuencia de genes favorables o combinaciones de algunos, mientras se mantiene mucha de la variabilidad genética deseable en una población mejorada. Castañón (1983), de acuerdo con Cortez (1980), dice que el método de líneas S_1 resulta más efectivo para la eliminación de genes deletéreos, los cuales son los causantes de la reducción del rendimiento. Cortez (1980), en cita de Castañón (1983), indica que luego de las S_1 ya no es favorable hacer selección para rendimiento, porque a medida que se endocrían las líneas son menos vigorosas, aparte que en S_1 se eliminan muchos genes deletéreos recesivos causantes del bajo rendimiento. Por otro lado debe resaltarse que la selección recurrente explota en mayor grado la varianza aditiva, mejora la media poblacional, mantiene la variabilidad genética, é incrementa la probabilidad de desarrollar híbridos y variedades mejoradas superiores (Chávez, 1995). Smith, (1980), realizó una evaluación de los métodos de mejoramiento de selección recurrente entre líneas S_1 y medios hermanos, en la cual descubrió que fueron más efectivos los cambios en las frecuencias génicas y media de rendimiento entre las líneas S_1 que en medios hermanos, y también encontró que la depresión endogámica estimada fue igual para los dos métodos de selección.

Ducleos y Crane (1968), compararon líneas S_1 vs cruzas de prueba formadas, encontrando que la media de rendimiento de las líneas fue mayor que la de cruzas de prueba en el primer ciclo de selección. Genter (1973), mediante selección recurrente comparó líneas S_1 y cruzas de prueba después de dos ciclos de selección, y encontró que la selección de líneas S_1 fue más efectiva que la de cruzas de prueba para rendimiento en ambos ciclos; también siendo más efectiva la selección de líneas S_1 en el incremento de la frecuencia de genes que contribuyen al rendimiento. Lonquist y Castro (1967), indican que la selección de líneas S_1 utiliza más la varianza genética aditiva que la no aditiva y que las cruzas de prueba utilizan más varianza genética no aditiva.

Genter y Alexander (1966), en una comparación que hicieron de los rendimientos de las líneas S_1 , que fue el resultado obtenido de dos programas de selección recurrente, el primero se basó en la progenie S_1 formada y el segundo basado sobre la progenie de cruzas de prueba. Como resultado se obtuvo que la selección resultó en mayor rendimiento de las líneas S_1 de 31.4% en dos ciclos de selección y en cruzas de prueba de tan solo 17.9%. Penny *et al* (1967), Jinahyon y Russell (1969), citados por Betancourt (1984), manifiestan que la selección recurrente entre líneas S_1 y S_2 , se ha usado para mejorar varias características y lleva por sí sola a la evaluación de casi todas las características agronómicas de importancia en base a progenies endocriadas.

Esto, quiere decir que es un método muy efectivo para lograr cambiar las frecuencias génicas con efectos aditivos.

Gardner (1961), Hallauer y Eberhart (1970), citados por Betancourt (1984), dijeron que para mejorar la población base y por consiguiente obtener líneas

sobresalientes para formar híbridos superiores y/o variedades sintéticas en forma continua; es de gran importancia implementar la selección recurrente.

Parámetros genéticos

Los siguientes conceptos fueron definidos por Dudley y Moll (1969): la varianza fenotípica, es la varianza total entre fenotipos, cuando se desarrollan a través de varios ambientes. La varianza genética total, es la parte de la varianza fenotípica que puede ser atribuida a las diferencias genotípicas entre fenotipos, y puede sub dividirse aún en varianza genética aditiva, varianza genética de dominancia y varianza genética epistática. La varianza de la interacción genotipo por ambiente es la parte de la varianza genotípica debida a la no coincidencia en el comportamiento de los mismos genotipos en diferentes ambientes.

Márquez (1985) mencionó que en la selección se aprovechan los efectos aditivos tanto intra locus como inter loci, para mejorar las poblaciones. Señaló asimismo que el procedimiento general consiste en: 1) selección de los mejores individuos de la población; 2) utilización de los individuos seleccionados como progenitores de la siguiente generación; 3) iniciación del ciclo de selección en la población proveniente del apareamiento de los individuos seleccionados; y 4) realización de varios ciclos adicionales hasta la reducción de la varianza aditiva.

Según Falconer (1984), el efecto básico de la selección es cambiar favorablemente las frecuencias génicas, y describe dicho efecto en términos de los parámetros de la población, tales como la media y la varianza. Gardner (1961) señaló que la selección de plantas individuales o de progenies, debe ser efectiva

para mejorar el rendimiento en variedades de polinización libre, que tengan grandes cantidades de varianza genética aditiva.

Por su parte, Méndez (1971) consideró que cuando lo que se desea mejorar es un carácter cuantitativo tal como el rendimiento, la selección no es efectiva si no se eliminan los efectos ambientales en la expresión del carácter, ya que la suposición de la homogeneidad dentro de lotes es falsa.

La genética de un carácter gira alrededor del estudio de su variación, ya que es en términos de ésta, como se formulan las preguntas genéticas primarias. La idea básica del estudio de la variación, es su partición en componentes atribuibles a diferentes causas. La magnitud relativa de estas componentes determina las propiedades genéticas de la población, en particular el grado de parecido entre parientes. La cantidad de variación se mide y se expresa como la varianza. Los componentes en que se descomponen la varianza total son la varianza genotípica, que es la varianza de los valores genotípicos, y la varianza ambiental, que es la varianza de las desviaciones ambientales. La varianza total es la varianza fenotípica, o la varianza de los valores fenotípicos, y es la suma de las diferentes componentes (Falconer, 1984)

La varianza fenotípica es una medida de la variabilidad fenotípica y puede ser descompuesta en la varianzas genotípicas, ambiental y de la interacción genotipo-ambiente. En el modelo: $F=G + E$, se considera que las variables G y E son independientes, por lo que la varianza fenotípica ($\sigma^2 F$) puede ser descompuesta en varianza genotípica ($\sigma^2 G$) y varianza ambiental ($\sigma^2 E$). La relación es de la forma: $\sigma^2 F = \sigma^2 G + \sigma^2 E$. En la práctica genotécnica, la estimación de los componentes de varianza presentan algunas dificultades, ya que

frecuentemente los efectos genotípicos están confundidos con los ambientales, lo que implica que solo la varianza fenotípica puede ser cuantificada (Falconer, 1984).

La varianza genotípica se origina por las diferencias que existen entre genotipos, por lo que mientras sea mayor el número de loci segregantes, mayor será el número de genotipos diferentes en la población (Molina, 1992). Según Falconer (1984) se compone de varianza aditiva, dominante (o de dominancia) y de interacción (o epistática); de estas la más importante para selección es la varianza aditiva (varianza de los valores reproductivos), ya que es la causa principal del parecido entre parientes y determinante de las propiedades genéticas observables de la población (heredabilidad y correlación genética aditiva) y de la respuesta positiva a la selección.

La varianza ambiental comprende toda la variación de origen no genético y gran parte de ésta se encuentra fuera del control del investigador (Falconer, 1984). También se puede decir que la varianza ecológica o ambiental, es una parte del componente de la varianza fenotípica, debido a las diferencias entre los efectos de los ambientes (Molina, 1992)

La interacción genotipo-ambiental se interpreta como la medida en que los valores fenotípicos relativos de los genotipos cambian cuando se pasa de un ambiente a otro. Este aspecto, junto con la heterogeneidad del suelo, se reconocen como los factores que más dificultan una evaluación genotípica, como consecuencia del enmascaramiento que ejercen sobre el verdadero valor de los genotipos (Sahagún, 1992). La interacción origina una componente de varianza adicional, la cual puede aislarse y medirse únicamente bajo circunstancias altamente

controladas (artificiales), lo que implica que bajo condiciones normales la varianza debida a la interacción se considere como una parte de la varianza ambiental (Falconer, 1984).

Otros hechos que se asumen para la división de la varianza genética en sus componentes son: herencia diploide y mendeliana, no correlación entre los familiares usados en la estimación, esos familiares son considerados derivados de plantas tomadas al azar de una población dada S_0 , una situación de equilibrio respecto a los ligamentos y las varianzas epistáticas, no incluidas en un modelo dado se consideran igual a cero o no significativos (Cockerham, 1963).

Heredabilidad

La heredabilidad fue definida por Falconer (1981), como la importancia relativa de la herencia en la determinación de los valores fenotípicos de los individuos. En general diferenciamos entre heredabilidad en el sentido amplio o estrecho, dependiendo de si estudiamos el grado de la determinación genética de un carácter, o si estudiamos el grado al cual los fenotipos son determinados por el efecto aditivo de los genes transmitidos de los padres a los descendientes. La heredabilidad puede ser computada a partir del uso de progenies endocriadas, (Hallauer y Miranda, 1988), o de la regresión de las progenies sobre los progenitores (Smith y Kinman, 1965).

La heredabilidad de un carácter métrico es una de sus propiedades más importantes, pues expresa la proporción de la varianza total que es atribuible a los

efectos medios de los genes y esto es lo que determina el grado de parecido entre parientes (Falconer, 1984). El cociente $\sigma^2 A / \sigma^2 F$ expresa el grado en que los fenotipos de los individuos están determinados por los efectos de los genes transmitidos por los progenitores a sus descendientes o bien la regresión de los valores fenotípicos de los descendientes sobre los valores reproductivos de sus progenitores. Representa también una medida de la importancia relativa de la variación heredable respecto a la variación fenotípica. En sentido amplio, la heredabilidad (H^2) es el cociente de la varianza genotípica y la fenotípica; en sentido estricto (h^2) el cociente de la varianza aditiva y la fenotípica. La heredabilidad es una propiedad de cada carácter individuo y población y la utilidad de su estimación radica en su sentido predictivo de la respuesta a la selección (Nyquist, 1991).

El principal uso de heredabilidad en mejoramiento genético es la predicción de ganancia por selección.

Teniendo conocimiento del gran potencial productivo que representa el trópico húmedo, es necesario tomar en cuenta el programa de mejoramiento genético del Instituto Mexicano de Maíz (IMM) de la Universidad, para esta región, ya que cuenta con líneas de pobre y fuerte crecimiento de raíces derivadas de una población de amplia base genética, es por ello que se plantea la selección recurrente de líneas S_1 con carácter de crecimiento de raíz, que permitirá incrementar la producción por hectárea, debido a que la raíz cumple importantes funciones en la planta.

El sistema radicular en el maíz.

López (1990), dice que el sistema radicular del maíz está compuesto de cuatro a cinco raíces primarias o seminales, que normalmente son funcionales desde la emergencia hasta el inicio del ahijado y también de raíces secundarias, adventicias o coronales, que nacen del nudo del ahijamiento, apareciendo cuando la planta emite sus tallos, para sustituir progresivamente a las raíces seminales. Son de tipo fasciculado y oblicuamente se extienden en todas direcciones.

En el maíz se desarrollan tres tipos de raíces:

- Raíces seminales, presentes en el embrión de la semilla.
- Raíces adventicias, formadas después de la emergencia, a partir de los tejidos del tallo.
- Raíces de anclaje, que aparecen ulteriormente sobre nudos aéreos y que son raíces adventicias no funcionales.

Algunas raíces adventicias o raíces de anclaje emergen a dos o tres nudos por encima de la superficie del suelo; en algunos cultivares de maíz también se pueden desarrollar en un número mayor de nudos. La función principal de las raíces señaladas es mantener la planta erecta y evitar su acame en condiciones normales. Ahora se cree que estas raíces también colaboran en la absorción de agua y nutrimentos (Feldman, 1994)

Lopez (1990), menciona que las raíces seminales alimentan a la planta hasta que esta tiene de cinco a seis hojas en complemento con las reservas de la semilla;

también se les conoce como raíces temporales, ellas pueden durar casi todo el ciclo del maíz. El sistema de raíces seminales mencionado antes, puede continuar activo durante toda la vida de la planta, pero sus funciones son insignificantes. El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrimentos. El sistema de raíces adventicias seminales constituye cerca del 52% y el sistema de nudos de las raíces es el 48% de la masa total de raíces de la planta de maíz (Mistrik y Mistrikova, 1995)

Las raíces seminales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad a la que ha sido sembrada.

La velocidad en la que suelen aparecer las raíces adventicias está relacionada con el desarrollo de las hojas, según López (1990).

La relación entre parámetros radicales y uso del agua del suelo, es presentado por Barraclough et al. (1989) quien relacionó la LR (longitud radical) al consumo de agua en diferentes horizontes del suelo.

Los distintos genotipos de maíz, presentan marcadas diferencias en su sistema radical en lo que hace a su hábito, a su masa de raíces, al número de ramificaciones por unidad de longitud y a la difusión lateral de las raíces (Feldman, 1994).

Por las dificultades que se presentan para poder estudiar el sistema radical, invisible y subterráneo, las diferencias genéticas en el sistema radical del maíz no han sido debidamente estudiadas y explotadas. En el desarrollo de germoplasma tolerante a suelos ácidos, la variabilidad en la longitud de las raíces de las plantas ha sido usada para seleccionar genotipos tolerantes en soluciones de nutrimentos (Magnavaca, Gardner y Clark, 1987) y en macetas en invernaderos (Urrea Gómez

et al., 1996). Algunos estudios recientes en líneas puras de maíz cultivadas bajo diferentes niveles de nitrógeno mostraron diferencias en la respuesta de la plasticidad del sistema radical a los distintos niveles de nitrógeno (Smith y Van Beem, 1995). López (1990), encontró que durante el período vegetativo de la planta el crecimiento radicular es débil, que se mantiene primero en las capas superiores del suelo y luego tiene una etapa extensiva en profundidad, muy marcada entre la formación del tallo y la floración.

El crecimiento total del sistema radical es máximo al comienzo de la formación del grano López (1990).

Lopez (1990), señala que la relación entre el peso y la longitud de las raíces está muy influenciada, por el nivel de su ramificación que varía según las condiciones del medio.

El crecimiento radical, es afectado en menor grado que el crecimiento de las hojas por una reducida alimentación hídrica según, López (1990).

López (1990), dice que la falta de oxígeno en el suelo, un mal drenaje, la compactación, entre otras cosas, perturban de gran manera el desarrollo radicular, y provoca su asfixia. Relacionado al impacto del tipo de labranza en la distribución y características del sistema radical, Salinas-García *et al.* (2001) y Ohep *et al.* (2002), destacan la acción del tipo de labranza en características físicas del suelo y en la relación suelo-aire-agua, y ello en la densidad radical y el rendimiento del maíz.

El sistema radicular en el suelo.

Crovetto (1981), menciona que en un sistema de labranza cero las raíces que están descompuestas brindan a los suelos nutrientes que le son indispensables para el desarrollo del cultivo que le sigue.

Los genotipos de maíz que desarrollan algún tipo de aerénquima , con espacios intercelulares en sus raíces similares a las hidrófitas , pueden ser capaces de sobrevivir bajo excesivas cantidades de agua (Jackson, 1994). La anatomía de la unión raíz-tallo, ha sido estudiada en detalle y se han encontrado diferencias significativas en la segmentación vascular de esas uniones, entre distintas especies de cereales y también entre distintos cultivares de la misma especie (Aloni y Griffith, 1991). Los estudios sugieren que la selección basada en la ocurrencia de zonas de seguridad en la unión raíz-tallo pudiera ser útil para mejorar la adaptación de los cereales, incluyendo el maíz, en condiciones de sequía y bajas temperaturas.

El mejoramiento sistemático del sistema radical en los cultivos, requiere de previos y amplios conocimientos de las características de los materiales progenitores, la selección de características radiculares deseables, en plantas creciendo en el campo, es lenta y costosa, por la intensiva labor de recuperar y cuantificar la raíz, aún así, se puede modificar grandemente la expresión del potencial genético (Jordán et al., 1979) .Es más difícil manejar caracteres morfológicos de la raíz que aquellos fisiológicos, sobre todo cuando se pretende mejorar para tolerancia a sequía y sugiere utilizar la densidad radical, sólo en los inicios del programa de mejoramiento, por su dificultad para seleccionar los genotipos bajo este parámetro. (Passioura, 1982).

Mediciones directas, a la morfología radical o estudios a la disminución de agua en la profundidad del suelo, requieren de técnicas, que aunque consumen mucho tiempo, ofrecen mejores opciones para seleccionar progenitores para cruzamiento, que para selección recurrente entre progenies en una población, sin embargo señalan que el incremento de la densidad de enraizamientos o un mejoramiento de la capacidad para ajuste osmótico, son de manipulación práctica y pueden ser mejorados indirectamente por selección de características del vástago a condición de que existan en la población. (Edmeades et al., 1986).

La habilidad de las plantas para modificar su sistema radical, a fin de lograr un aumento en la absorción del fósforo del suelo, hace que el estudio de características morfológicas y de arquitectura de las raíces, tales como longitud, volumen, diámetro y superficie, sean importantes, cuando se desarrollan en condiciones de escaso suministro de fósforo (Claassen y Barber, 1976, Schenk y Barber, 1979; Silberbush y Barber, 1983).

En condiciones de estrés de fósforo, la formación de pelos radicales, el incremento en la longitud radical y la disminución del diámetro radical, juegan un papel muy importante, ya que ocasionan un aumento DR (densidad radical) en el área superficial de absorción de fósforo (Fohse et al., 1991; Kranmitz et al., 1991).

El crecimiento de la raíz y por consiguiente el de la planta está sujeto a: edad de la planta, contenido de oxígeno, humedad del suelo, temperatura, disponibilidad de nutrientes, presión osmótica de la solución del suelo, niveles tóxicos de elementos, presencia de patógenos, genotipos y métodos de cultivo (Fageria, 1984).

Según estudios realizados por Barbosa et al (1982), la raíz crece continuamente hasta la floración a una velocidad que oscila entre 0,4 a 1,9 cm/día, en

dependencia de la humedad del suelo y edad de la planta, si la humedad del suelo es de 35 % o más el crecimiento no se afecta y por debajo de 20 % puede detenerse, afectando todos los procesos metabólicos de la planta. Sin embargo cuando el suelo no está saturado, la raíz crece más rápidamente, favoreciendo los procesos metabólicos; lo que puede cambiar con la variedad y tipo de suelo (Pradeep et al, 1994).

En un estudio realizado por Delgado et al., (2008), donde evaluaron algunas características del sistema radical del maíz, no percibieron diferencias significativas entre la densidad radical (DR) y la acumulación de materia seca radical (MSR) cuando se comparan diferentes profundidades de suelo y etapas del ciclo del cultivo, bajo el mismo tipo de labranza, pero normalmente no se observaron diferencias significativas entre las mismas variables cuando se comparan entre sí labranza convencional (LC) y labranza mínima (LM). La DR más elevada se observó normalmente, durante el ciclo del cultivo, en los horizontes 0-5 y 5-10 cm en LM y LC.

El impacto del tipo de labranza, en la distribución horizontal y vertical del sistema radical, sólo se evidenció en los primeros 30 días: en LM la DR fue significativamente más elevada, en los horizontes 0-5 cm que en el horizonte 5-10 cm, mientras que en LC la DR fue estadísticamente similar en estos horizontes. El patrón de acumulación de longitud radical (LR) mostró algunas diferencias entre LM Y LC. En LC la LR se incrementa marcadamente entre los 45-60 días; contraria a lo estudiado en LM donde ese incremento se dio a los 60-75 días. Robledo (1989), en un estudio encontró que existe amplia variabilidad para los

componentes del rendimiento y otras características agronómicas evaluadas bajo riego, temporal é invernadero.

En un trabajo realizado por Robledo (1989), encontró que el híbrido AN-447 presentaba el mayor peso, así como mejor formación radical con 31.32% del peso seco total de la raíz, en el estrato de 60 a 100 cm de profundidad, respecto a los materiales genéticos; AN-310, VS-201, AN-2, AN-20, AN-2 x AN-20.

Generalidades sobre la sequía y consecuencias del estrés hídrico sobre el sistema radical

La sequía es una situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un periodo de tiempo prolongado, es un fenómeno natural no predecible que da lugar a un descenso temporal significativo en los recursos hídricos disponibles.

Según May y Milthorpe (1962), define a la sequía como un evento meteorológico y ambiental, que se manifiesta con la escasez de las lluvias, lo cual es motivo de la falta de humedad en el suelo, y que esta le ocasiona daño a las plantas.

Quizenberry (1987), citado por Robledo (1989) que la sequía es el tiempo, durante el cual la poca o casi nula agua que se encuentra en el suelo afecta directamente el desarrollo de las plantas cultivadas.

Bidwell (1983), citado por Robledo (1989), menciona según cálculos que una planta de maíz en el periodo de su crecimiento pierde por efecto de la transpiración más del 90% del agua absorbida, y dice que por día pierde de tres a cuatro litros de H₂O.

En las regiones semiáridas, la pérdida de agua en las plantas es causada principalmente por la transpiración, efectuándose tanto por los estomas, como por la cutícula y lenticelas.

Para poder desarrollarse, las plantas requieren la entrada de bióxido de carbono, este es un compuesto básico para el proceso de la fotosíntesis, y al realizarse la fotosíntesis es necesaria la apertura de los estomas para que entre el bióxido de carbono, dicha apertura también ocasiona la pérdida de agua. Los mecanismos de la resistencia a la sequía con respecto a la raíz son: El almacenamiento, la extensión y la profundidad de las raíces, estos son de gran importancia para poder sobrevivir periodos de sequía.

Un sistema radical profundo, bien distribuido y extenso es la mejor manera de autodefensa en contra de las inclemencias de la sequía, según Kramer (1987). Lorens *et al.* (1987), en un trabajo realizado con dos híbridos de maíz, encontró que la principal diferencia entre los dos híbridos fue la habilidad para mantener altos potenciales de agua en las hojas, durante periodos de estrés, deduciendo que esto fue por la diferencia en la distribución de las raíces, citado por Robledo (1989), este último menciona que las raíces son menos sensibles a la falta de agua, en comparación con el tallo, las hojas y las flores.

III. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se inicio en el año 2006, con el proyecto de “Selección de Raíces en Camas Hidroiónicas” CLAVE: 03-03-0306-3164, cuyo responsable es el Ing. Alejandro Arredondo Osorio en las instalaciones del Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 17 de Úrsulo Galván Veracruz, Las características de ubicación y climatológicas de esta localidad son 19° 24' 10" de latitud norte, 96° 21' 29" longitud oeste, a 9 msnm, Temperatura y precipitación media anual de 25.8 °C y 1017.7 mm, Clima tropical húmedo con lluvias abundantes en verano y principios de otoño, consta de un suelo tipo feozem y vertisol. En el ciclo agrícola de riego de Enero-Mayo, y en el ciclo de primavera-verano en Buenavista, campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila. Con coordenadas 25° 23' 42" de latitud norte, 100° 50' 57" de longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm. Con un clima (Bshw) muy seco, cálido, extremoso con lluvias en verano. Se partió de una población de amplia base genética (población experimental formada por maíces de grano tipo cristalino/ grano de tipo dentado) de la cual se derivaron 317 líneas S₁. Las cuales se sembraron en pilas hidropónicas sin solución nutritiva, solamente con la energía que llevaba la semilla para el crecimiento a libertad de la raíz.

En un canal de cobre de un metro de largo por cinco centímetros de ancho que contenía diez agujeros, se colocaron diez semillas, una semilla por agujero, (consideradas como repeticiones) estas estaban envueltas en papel higiénico, los

canales se acomodaron en una cama hidropónica de 12 m de longitud, 1.20 m de ancho y 1m de profundidad, que estaba lleno de agua, cuidando que el agua no tocara la semilla directamente, el agua subió hacia la semilla por capilaridad. Los datos se tomaron 30 días después de haber establecido el experimento, cuando las plantas ya estaban en estado de cinco a seis hojas.

La única variable a evaluar fue la longitud de la raíz en centímetros de la unión del tallo y la raíz al extremo de la punta de la raíz principal. Se seleccionaron las 20 líneas de mayor crecimiento para conformar el primer ciclo de selección recurrente de líneas S₁. Por otro lado se seleccionaron las 20 líneas de menor crecimiento para conformar el primer ciclo de selección recurrente de líneas S₁ con semilla recurrente.

Análisis estadístico

La variable a evaluar se procesó en un modelo de bloques al azar, obteniendo así el análisis de varianza.

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = media general

τ_i = efecto del i-esimo tratamiento

β_j = efecto de la j-esima repetición

Análisis de varianza para el crecimiento de la raíz de 317 progenies.

FV.	GL.	SC	CM	FC	ECM
<i>Bloques</i>	$r - 1$	<i>SCB</i>	<i>CMB</i>	CMB/s^2	
<i>Tratamientos</i>	$t - 1$	<i>SCT</i>	<i>CMT</i>	CMT/s^2	
$CMT/CME = s^2$					
<i>Error</i>	$(r - 1)(t - 1)$	<i>*SCE</i>	$CME = s^2$		
<i>Total</i>	$rt - 1$	$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^t y^2_{ij} - \frac{G^2}{rt}$			

*SCE= $\sum y^2_{ij} - G^2/rt - SCB - SCT$.

Parámetros genéticos

Para estimar los parámetros genéticos, el análisis de varianza se extendió hasta obtener la esperanza de cuadrados medios, para obtener los valores de cada uno de ellos, estimándose la varianza de líneas la que a su vez estima la varianza aditiva con el supuesto de que la varianza de dominancia es igual a cero.

$$\sigma^2_{\alpha} = \sigma^2_f = (M2 - M1)/2$$

El cálculo de la varianza fenotípica queda expresado como:

$$\sigma^2 P = \sigma^2 / 2 + \sigma^2 f$$

La heredabilidad queda expresada como:

$$h^2 = \frac{\sigma^2 f}{\sigma^2 P}$$

Con un error estándar igual a:

$$EE(h^2) = \frac{EE\sigma^2 f}{\sigma^2 P}$$

Donde:

$$EE(\sigma^2 f) = \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{(M_2)^2}{GLEE} + \frac{(M_1)^2}{GLEE} \right] \right\}^{1/2}$$

Coefficiente de variación genética (%).

$$CVg = \frac{\sigma^2 f}{x}(100)$$

Avance genético:

$\Delta G = \text{Avance Genético}$

$$\Delta G = \bar{x}_g - \bar{x}_p$$

$\bar{x}_g = \text{Media de los seleccionados}$

$\bar{x}_p = \text{Media de la población}$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza en su fuente de variación de repeticiones o bloques detectó diferencias altamente significativas, lo que justifica la utilización del diseño experimental de bloques al azar, lo cual lo podemos atribuir a que la semilla se colocó a diferente altura de una repetición a la otra por lo que hubo diferencias en el proceso de imbibición y que estas fueron detectadas por el análisis de varianza ya que el medio hidropónico era homogéneo para todas las semillas, o bien que las reservas energéticas entre semillas fue diferente aún y cuando se trató de escoger semillas del mismo tamaño, antes de la siembra, pero sirvió para detectar dichas diferencias y disminuir el valor del error experimental.

En la fuente de variación de tratamientos se detectaron diferencias significativas también al 1% de probabilidad, lo cual permite aceptar la hipótesis alterna en donde al menos uno de los 317 tratamientos es superior a los demás (crecimiento de raíz), esto permitió aplicar una presión de selección del 6% seleccionando las mejores 20 líneas de mayor crecimiento de raíz, para conformar el primer ciclo de selección de raíces largas y por otro lado seleccionar las 20 familias de menor crecimiento para formar el primer ciclo de selección de raíces cortas, con fines comparativos solamente.

Cuadro 7.1. Resultados del análisis de varianza para el crecimiento de la raíz de 317 progenies.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados Medios	F calculada	F. tabulada 0.05	F. tabulada 0.01
bloques	9	296.9743	32.997	4.332441	1.88	2.41 **
Tratamientos	316	10158.12	32.1459	4.220693	1	1 **
Error	2844	21660.66	7.61626			
Total	3169	32115.75				

** Nivel de significancia al 0.05 y al 0.01% respectivamente

Cuadro 7.2. 20 mejores familias que formaran el primer ciclo de selección recurrente de líneas S₁ de raíces largas

208	29.50	29.50	13.00	14.25	28.50	26.50	10.00	29.50	10.00	21.19	211.94
214	22.50	28.50	12.00	27.50	24.50	13.17	24.50	12.80	12.29	19.75	197.51
215	13.20	12.71	28.50	27.50	14.75	10.00	14.25	26.50	29.50	19.66	196.57
12	23.00	30.00	10.00	10.00	10.00	27.00	10.00	27.50	29.00	19.61	196.11
13	25.00	22.00	10.00	19.00	10.00	28.00	10.00	27.50	24.00	19.50	195.00
15	23.00	24.00	24.00	24.00	24.00	23.00	10.00	10.00	10.00	19.11	191.11
3	25.00	10.00	10.00	23.00	28.00	24.00	10.00	10.00	28.00	18.67	186.67
209	31.60	28.50	10.00	10.00	13.33	31.50	10.00	10.00	10.00	17.21	172.14
14	19.00	10.00	27.00	10.00	10.00	10.00	10.00	27.00	29.00	16.89	168.89
16	10.00	19.00	10.00	10.00	26.00	26.00	19.00	19.00	10.00	16.56	165.56
183	29.50	13.00	13.00	10.00	24.50	12.86	12.75	12.83	13.17	15.73	157.34
207	23.50	10.00	10.00	13.00	10.00	10.00	10.00	27.50	26.50	15.61	156.11
204	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	14.40	30.50	32.50	10.00	15.27	152.67
211	30.50	10.00	30.50	10.00	10.00	10.00	12.88	10.00	12.43	15.15	151.46
233	22.50	27.50	27.50	13.20	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	150.70
166	10.00	33.50	10.00	12.33	15.00	13.67	13.43	13.00	11.50	14.71	147.14
8	23.00	10.00	22.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	27.00	14.67	146.67
246	22.00	16.50	14.00	13.40	13.33	12.00	10.00	17.00	12.00	13.25	143.48
11	10.00	22.00	15.00	19.00	10.00	10.00	23.00	10.00	10.00	14.33	143.33
25	12.33	13.67	12.80	16.00	12.60	12.80	23.00	12.80	13.00	14.33	143.33

Cuadro 7.3. 20 peores familias que formaran el primer ciclo de selección de raíces cortas.

148	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
149	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
150	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
151	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
152	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
161	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
163	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
164	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
206	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
222	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
223	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
227	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
242	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
270	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
271	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
272	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
273	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
274	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
306	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
309	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00

Parámetros genéticos estimados

El análisis de varianza se extendió hasta la esperanza de cuadrados medios con la finalidad de estimar los parámetros genéticos, el valor estimado de la varianza aditiva es de: $a^2=7.61626567$, $a^2f=8.4567$, $\underline{a^2p}= 12.2648$, $h^2= 0.689508$, $eea^2f= 0.18$, $eeh^2= 0.0148$, C.V.g = 71.9049, y por último la $\bar{x} = 11.76$. Como se puede observar, se cuenta con varianza aditiva con la cual se puede lograr avance genético como lo señala Chávez (1995) , en donde descansa la selección recurrente, | Lo que confirma que es posible tener éxito con selección recurrente, como señalaron Dudley y Moll, (1969), si existe variabilidad genética en el germoplasma utilizado, por lo tanto habrá progreso en la selección, en este caso

se predice un avance genético de 5.37 cm. Nyquist, (1991) Señala que la heredabilidad es una propiedad del carácter, del individuo y de la población, a la que pertenece y es la de mayor importancia para el avance en la selección, en este caso la heredabilidad es de 68.9% considerada alta, indicando que el carácter crecimiento de raíz posiblemente esté gobernado por pocos genes.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se desprenden son;

- ❖ Existe un 71% de variabilidad genética donde puede prosperar la selección.

- ❖ La heredabilidad del crecimiento de raíz es de 68.9%.

- ❖ Y por último el avance genético esperado es de 5.37 centímetros por ciclo de selección.

VI. LITERATURA CITADA

SIAP (2011). www.siap.gob.mx/ Septiembre 2011

USDA (2011). www.agropanorama.com/news/Produccion-Mundial-de-Maiz.htm. Septiembre 2011

Cotton, M. (1716). <http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas.shtml>

Johansen (1903). <http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas.shtml>

Willet, M. H. (1903). <http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas.shtml>

Darwin (1868) the origin of species.
<http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas.shtml>

Thomas, F. (1717). <http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas.shtml>

Louis, L de V.(1856).<http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas.shtml>

Hjalmar, N. (1890). <http://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas.shtml>

Dudley, J.W.; Moll, R.H. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop. Sci.* 9:257-262.

Hallauer, AR.; Miranda, J.B. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2nd Ed. ISU Press: Ames.

West, D.R.; Comton,W.A.; Thomas, M.A. 1980. A comparison of replicated S1 perse vs. reciprocal full-sib index selection in corn *Crop. Sci.* 20:35-42.

Tanner, AH.; Smith,O.S. 1987. Comparison of half-sib and S1 recurrent selection in the Krug yellow Dent maize populations. *Crop. Sci.* 27:509-513.

Chávez, A. J. 1993. Mejoramiento de plantas 1.- México: Trillas: UAAAN PIII

Chávez, A.J. 1995. Mejoramiento de plantas II: Métodos específicos de plantas alógamas.- México: Trillas: UAAAN. P.22

Castañón ,N.G. 1983. Selección entre líneas S₁ en una población con

amplia base genética de maíz super enano (*Zea mays* L.). Tesis de maestría, UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila.

Smith, O. S. 1980. Application of a modified diallel analysis to evaluate recurrent selection for grain yield in maize. *Plant Breeding Abstracts*. Vol 50 (12) : 868.

Ducleos, A. Leo. And Paul, L. Crane. 1968. Comparative performance of top crosses and S_1 progeny for improving populations of corn (*Zea Mays* L.) *Crop Sc.* 8:50-52.

Genter, F. C. and M. W. Alexander. 1966 Comparative performance of S_1 progenies and Test- Crosses of Corn. *Crop. Sci* 2:516-519.

Lonnquist, H. J. and M. Castro G. 1967. Relation of intrapopulation genetic effects to performance of S_1 lines of maize. *Crop Sci* 7:361-364.

Genter, F. C. 1973. Comparison of S_1 and Test Cross evaluation after two cycles of recurrent selection in maize. *Crop. Sci.* 13:524-526

Betancourt, C.R. 1984. Selección Recurrente de familias de hermanos completos de una población super enana de maíz (*Zea mays* L.) Tesis maestría en ciencias UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. P 3-9.

Dudley , J.W.; Moll, R.H. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop. Sci.* 9:257-262.

Márquez S., F. 1985. Genotecnia Vegetal. Tomo I. Métodos, Teoría y Resultados. AGT Ed. México, D. F. 356 p.

Falconer D S (1984) Introducción a la genética cuantitativa. F. Márquez S. (trad) Editorial CECSA. 14 imp. México. 430 p.

Gardner C O (1961) An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation thermal neutrons on yield of corn. *Crop Sci.* (1): 241- 245.

Méndez R J (1971) Refinamiento de la técnica de selección masal moderna. *Agrociencia* (6): 87- 97.

Molina G J D (1992) introducción a la genética de poblaciones y cuantitativa (algunas implicaciones en genotecnia). AGT Editor. México, D.F. 349 p.

Sahagún C J (1992) El ambiente, el genotipo y su interacción. *Rev.Chapingo* 79-80:5-12.

Cockerham, C.C. 1963. Estimation of genetic variances. *In* *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Ed. by W.D. Hanson, H.F. Robinson. NAS-NRC. No. 982, pp. 53-94.

Falconer, D.S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd Ed.

Longman: New York.

Smith, J.D.; Kinman, M.L 1965. The use of parent-offspring regression as a estimator of heritability. *Crop. Sci.* 4:595-596.

Nyquist W E (1991) Estimation of heredability and prediction of selection response in plant populations. *Critical reviews in Plant Science* 10(3):235-322.

Lamkey, K.R and A.R. Hallauer 1987. Heritability estimated from recurrent selection experiments in maize. *Maydica* 32:61-78.

López, B. L. 1990. Cultivos herbáceos vol.1.- Bilbao: GRAFO: P.P. 305-391.

Feldman, L. 1994. The maize root. *In* M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook*, p. 29-37. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

Mistrik, I. & Mistrikova, I. 1995. Uptake, transport and metabolism of phosphates by individual roots of *Zea mays* L. *Biologia* (Bratislava), 50: 419-426.

Barraclough, P.B., H. Kuhlmann and A. H. Weir. 1989. The effects of prolonged drought and nitrogen fertilizer on root and shoot growth and water uptake by winter wheat. *J. Agronomy and crop sci.* 163:352-360.

Magnavaca, R., Gardner, C.O. & Clark, R.B. 1987. Evaluation of inbred lines for aluminum tolerance in nutrient solution. *In* H.W. Gabelman & B.C. Longman, eds. *Genetic aspects of plant-mineral nutrition*, p. 255-265. Dordrecht, Netherlands, Martinus Nijhoff Publ.

Urrea-Gómez, R., Ceballos, H. & León, L. 1996. A greenhouse screening technique for acid soil tolerance in maize. *Agron. J.*, 88: 806-811.

Smith, M.E., Miles, C.A. & Van Beem, J. 1995. Genetic improvement of maize for nitrogen use efficiency. *In* D.C. Jewell, S.R. Waddington, J.K. Ransom & K.V. Pixley, eds. *Maize Research for Stress Environments. Proc. 4th Eastern and Southern Africa Reg. Maize Conf.*, Harare, Zimbabwe, 1994, p. 39-43. Mexico, DF, CIMMYT.

Salinas-García, J. R., A. D. Báez-González, M. Tiscareño-López and E. Rosales-Robles. 2001. Residue removal and tillage interaction effects on soil properties under rain-fed corn production in Central Mexico. *Soil y Tillage Research*. 59:67-79.

Jackson, M.B. 1994. Root-to-shoot communication in flooded plants: involvement of abscisic acid, ethylene, and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Agron. J.*, 86(5): 775-782.

Aloni, R. & Griffith, M. 1991. Functional xylem anatomy in the root-shoot junctions of six cereal species. *Planta*, 184: 123-129

Jordan, W.R., F.R. Miller, and D.E. Morris. 1979. Genetic variation in root and shoot growth of sorghum in hydroponics. *Crop. Sci.* 19: 469- 472.

Passioura, J.B. 1981. The interaction between the physiology and the breeding of wheat. Evans, L. T. and W.J. Peacock, eds. *Wheat science – today and tomorrow.* Univ.press Cambridge. Pp. 191- 200.

Edmeades, G. 1984. CIMMYT approaches to breeding for stress tolerance. In: James C.S. and Ronald P., eds. *US universities- CIMMYT maize conference.* El Batan, México. P. 49- 53.

Claassen, N. y S. Barber, 1976. Simulation model for uptake from soil by a growing plant root system. *Agronomy Journal* 68:961-964

Schenk, M y S. Barber, 1979. Root characteristics of corn genotypes as related to P uptake. *Agronomy Journal* 71:921-924.

Silberbus, M. y S. Barber, 1983. Sensitivity analysis of parameters used in simulating K uptake with a mechanistic mathematical model. *Agronomy Journal* 75 (6):851-854.

Fohse D., N. Claassen y A. Jungk. 1991. Phosphorus efficiency of plants. II. Significance of root radius, root hairs and cation-anion balance for phosphorus influx in seven plant species. Plant and soil 132:181-188. inundación de la zona sobre la toxicidad de hierro en la cultura del arroz (*Oryza sativa* L.).

Kranmitz, P., L. Aarssen y D. Lefebvre. 1991. Correction for non-linear relationship between root size and short term P uptake in genotype comparisons. Plant and soil 133:157-167.

Pradeep, K. Sharma, G. Pantuwan, K.T. Ingram and S.K de Dattar. Rainfed lowland rice roots: Soil and hydrological effects p55-66. In Rice roots nutrient and water use. Selected papers from the International Rice Research conference IRRI. 90 P, 1994.

Robledo, T. V. 1989. Comportamiento de características cuantitativas y patrones de crecimiento radical en relación con la Resistencia a sequía en maíz (*Zea mays* L.) Tesis de maestría UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.

May, L. H. and F.L Milthorpe. 1962. Drought resistance of crop plants field crops. Abs 15:171-179

VII.- APENDICE

Concentración de las mediciones en la raíz de las 317 familias de Maíz.

1	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	17.50	10.00	23.00	12.28
3	25.00	10.00	10.00	23.00	28.00	24.00	10.00	10.00	10.00	28.00	18.67
4	10.00	25.00	10.00	10.00	10.00	27.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.56
5	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	29.00	10.00	12.11
6	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
7	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	28.00	10.00	12.00
8	23.00	10.00	22.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	27.00	14.67
9	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
10	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
11	10.00	22.00	15.00	19.00	10.00	10.00	23.00	10.00	10.00	10.00	14.33
12	23.00	30.00	10.00	10.00	10.00	27.00	10.00	27.50	29.00	29.00	19.61
13	25.00	22.00	10.00	19.00	10.00	28.00	10.00	27.50	24.00	24.00	19.50
14	19.00	10.00	27.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	27.00	29.00	16.89
15	23.00	24.00	24.00	24.00	24.00	23.00	10.00	10.00	10.00	10.00	19.11
16	10.00	19.00	10.00	10.00	26.00	26.00	19.00	19.00	10.00	10.00	16.56
17	12.83	13.00	13.60	10.00	13.17	12.83	10.00	10.00	10.00	13.40	12.09
18	10.00	11.50	10.00	11.67	12.00	10.00	12.00	12.00	10.00	10.00	11.02
19	10.00	11.75	13.67	11.33	10.75	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.17
20	14.00	12.80	13.33	12.00	11.75	12.80	10.00	10.00	10.00	10.00	11.85

21	12.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.28
22	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
23	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.60	10.00	13.00	10.00	10.00	10.51
24	10.00	12.80	10.00	10.00	13.75	12.75	11.88	10.00	12.67	11.54	
25	12.33	13.67	12.80	16.00	12.60	12.80	23.00	12.80	13.00	14.33	
26	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27	11.60	12.00	10.00	10.00	10.00	13.50	12.83	14.67	14.50	12.12	
28	10.00	10.00	13.25	10.00	12.20	11.71	10.00	10.00	10.00	10.00	10.80
29	13.50	12.50	12.80	10.00	10.00	13.00	13.00	15.00	14.33	12.68	
30	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	14.33	10.00	10.00	10.00	10.48
31	13.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	19.00	10.00	10.00	10.00	11.39
32	10.00	10.00	12.80	10.00	10.00	10.00	10.00	12.40	12.00	10.00	10.80
33	10.00	10.00	10.00	10.00	12.20	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.24
34	10.00	10.00	10.00	13.60	10.00	14.00	12.75	10.00	10.00	10.00	11.15
35	12.80	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.31
36	12.80	10.00	15.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.87
37	10.00	13.33	10.00	12.00	10.00	13.25	10.00	10.00	10.00	13.00	11.29
38	10.00	10.00	12.50	10.00	11.83	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.48
39	12.33	10.00	10.00	13.50	10.00	10.00	12.17	10.00	10.00	10.00	10.89
40	15.50	12.33	17.00	10.00	10.00	13.25	14.00	12.33	10.00	10.00	12.71
41	10.67	11.00	10.00	12.33	12.33	10.00	15.50	12.17	10.00	10.00	11.56
42	10.00	10.00	10.00	13.33	10.00	10.00	10.00	12.67	10.00	10.00	10.67
43	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.80	12.00	13.50	12.75	11.23	

44	10.00	10.00	14.67	10.00	10.00	12.57	14.17	10.00	10.00	11.27
45	14.00	13.50	12.20	10.00	10.00	12.67	14.29	10.00	12.57	12.14
46	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
47	10.00	11.67	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.19
48	10.00	10.00	10.00	10.00	12.83	10.00	10.00	10.00	10.00	10.31
49	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
50	15.00	10.00	10.00	11.86	11.60	11.00	10.00	10.00	11.88	11.26
51	16.00	10.00	14.00	10.00	10.00	16.33	10.00	13.50	14.50	12.70
52	14.50	10.00	11.50	10.00	12.50	12.14	10.00	12.40	12.00	11.67
53	10.00	10.00	10.00	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.33
54	10.00	11.40	10.00	10.00	12.33	11.63	10.00	10.00	10.00	10.60
55	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	12.00	10.67
56	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.83	10.00	10.31
57	11.38	12.29	12.33	12.00	10.00	10.00	10.00	11.33	11.88	11.25
58	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.57	10.29
59	10.00	11.78	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.20
60	10.00	11.13	10.00	10.00	10.00	10.00	11.88	12.60	10.00	10.62
61	12.14	10.00	10.00	10.00	12.86	10.00	10.00	10.00	10.00	10.56
62	10.00	10.00	11.60	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.18
63	10.00	10.00	11.56	11.60	12.38	10.00	10.00	10.00	10.00	10.62
64	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
65	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
66	12.50	10.00	10.00	10.00	10.00	13.50	14.50	10.00	13.50	11.56

67	10.00	10.00	13.00	10.00	10.00	10.00	12.13	13.00	10.00	10.90
68	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.83	12.33	12.17	12.13	11.05
69	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.67	14.25	10.00	10.77
70	13.67	10.00	12.83	13.75	13.75	14.00	12.80	10.00	10.00	12.31
71	12.67	10.00	10.00	12.33	12.33	10.00	10.00	10.00	10.00	10.81
72	14.25	12.67	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.99
73	10.00	11.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.17
74	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
75	12.00	10.00	11.67	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.41
76	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
77	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
78	14.67	12.60	13.33	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.18
79	10.00	11.67	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.19
80	12.67	13.50	12.33	11.50	11.50	10.00	10.00	15.67	19.33	12.94
81	10.00	13.50	12.80	10.00	10.00	10.00	12.50	10.00	10.00	10.98
82	10.00	12.43	13.75	10.00	12.43	13.75	12.83	13.50	13.25	12.44
83	13.20	14.50	10.00	11.56	10.00	11.86	12.33	10.00	12.00	11.72
84	12.50	10.00	13.33	13.25	16.67	15.50	13.20	12.38	12.80	13.29
85	10.00	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	12.50	10.00	10.94
86	12.00	10.00	14.25	10.00	14.33	12.17	12.33	13.17	10.00	12.03
87	10.00	10.00	10.00	13.50	12.50	12.33	13.00	13.60	12.33	11.92
88	13.20	11.50	13.25	12.80	10.00	10.00	10.00	10.00	12.17	11.44
89	12.60	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.50	10.46

90	11.67	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.22	10.00	10.00	10.32
91	10.00	13.33	10.00	16.00	14.50	15.00	10.00	10.00	10.00	12.09
92	17.00	10.00	10.00	14.25	19.00	11.88	10.00	10.00	10.00	12.46
93	28.00	12.83	16.00	11.75	14.50	11.83	10.00	12.33	10.00	14.14
94	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
95	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.50	10.00	10.17
96	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
97	10.00	10.00	10.00	12.20	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.24
98	12.50	10.00	14.00	12.50	10.00	10.00	10.00	21.00	21.00	13.44
99	12.29	18.50	10.00	19.00	19.00	10.00	12.57	14.25	12.83	14.27
100	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.22
101	10.00	10.00	12.60	10.00	10.00	10.00	10.00	12.33	10.00	10.55
102	13.60	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.40
103	12.22	12.00	11.33	10.75	10.75	10.00	10.00	10.00	10.00	10.78
104	12.50	10.00	13.17	10.94	12.29	10.00	11.67	11.75	10.00	11.37
105	11.86	10.00	12.57	14.00	14.00	12.40	10.00	10.00	10.00	11.65
106	10.00	14.17	15.20	12.20	12.20	10.00	10.00	16.00	12.88	12.52
107	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	17.00	10.00	10.00	10.00	10.78
108	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.00	10.00	13.80	12.63	10.94
109	13.33	10.00	10.00	13.17	11.50	14.50	10.00	13.60	10.00	11.79
110	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
111	10.00	12.20	12.44	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.52
112	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.22

113	15.67	12.25	11.67	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.07
114	11.50	12.14	11.13	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.53
115	14.00	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.78
116	12.75	12.83	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.62
117	10.00	11.90	14.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.66
118	13.00	13.33	12.33	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.96
119	13.17	12.14	13.40	11.00	11.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.19
120	10.00	12.50	13.40	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.43	10.00	10.93
121	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
122	13.75	13.20	10.00	12.57	15.50	10.00	10.00	11.33	11.67	10.00	12.00
123	10.00	10.00	12.67	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.30
124	14.80	12.57	10.00	10.00	10.00	12.67	11.67	10.00	13.33	10.00	11.67
125	10.00	10.00	11.30	10.00	14.00	12.00	10.00	12.20	10.00	10.00	11.06
126	11.30	11.70	17.50	11.71	11.88	10.00	15.00	10.00	14.00	10.00	12.57
127	13.83	10.00	12.25	10.00	10.00	12.29	13.83	10.00	10.00	10.00	11.36
128	12.38	18.00	11.89	12.00	12.40	13.00	10.00	12.17	14.00	10.00	12.87
129	14.50	12.43	14.60	10.00	15.00	12.50	10.00	10.00	12.60	10.00	12.40
130	10.00	10.00	10.00	12.00	10.00	13.20	14.50	12.67	13.75	10.00	11.79
131	10.00	10.00	10.00	10.00	12.50	19.00	10.00	16.00	13.33	10.00	12.31
132	10.00	10.00	10.00	13.17	10.00	14.17	12.83	13.00	10.00	10.00	11.46
133	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.13	13.50	12.17	13.17	10.00	11.22
134	10.00	10.00	13.60	10.00	10.00	10.00	14.75	13.33	13.60	10.00	11.70
135	10.00	10.00	10.00	12.14	10.00	21.00	10.00	16.00	12.33	10.00	12.39

136	10.00	10.00	10.00	10.00	16.00	10.00	12.25	10.00	10.00	10.92
137	12.86	11.43	12.14	10.00	12.50	14.80	10.00	18.67	13.67	12.90
138	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.80	12.29	12.83	10.00	10.88
139	12.60	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.40	10.67
140	10.00	11.42	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.33	15.50	11.03
141	12.00	13.60	13.00	12.00	12.38	12.00	12.17	12.50	12.83	12.50
142	12.75	11.40	10.00	12.71	15.00	10.00	10.00	10.00	12.33	11.58
143	14.00	10.00	14.00	12.17	10.00	10.00	12.50	10.00	16.50	12.13
144	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
145	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
146	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
147	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
148	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
149	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
150	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
151	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
152	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
153	12.71	13.00	12.00	12.83	13.00	12.50	12.86	13.33	13.67	12.88
154	12.50	14.25	10.00	10.00	13.00	13.17	10.00	12.67	10.00	11.73
155	12.17	12.83	12.60	12.00	12.67	12.00	11.86	13.17	12.00	12.37
156	13.00	10.00	10.00	13.00	10.00	12.67	10.00	10.00	14.50	11.46
157	10.00	10.00	12.60	13.00	10.00	12.00	10.00	11.67	12.50	11.31
158	12.00	11.17	11.67	11.60	12.50	11.17	11.40	11.86	11.00	11.60

159	12.14	12.00	12.50	12.50	12.29	10.00	10.00	10.00	10.00	11.27
160	12.29	10.00	13.17	12.60	13.00	12.60	12.33	14.67	12.60	12.58
161	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
162	13.86	13.40	13.33	14.67	12.29	13.50	10.00	13.25	15.67	13.33
163	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
164	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
165	13.40	13.00	12.83	12.43	10.00	12.33	12.17	14.33	13.14	12.63
166	10.00	33.50	10.00	12.33	15.00	13.67	13.43	13.00	11.50	14.71
167	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.88	10.00	10.00	10.00	10.21
168	12.38	13.20	10.00	10.00	13.00	12.83	13.20	12.67	23.20	13.39
169	13.33	12.86	10.00	10.00	13.14	13.80	10.00	10.00	12.57	11.74
170	12.50	32.50	10.00	10.00	10.00	13.17	12.17	10.00	12.75	13.68
171	12.33	13.00	12.13	10.00	10.00	13.40	11.00	10.00	10.00	11.32
172	10.00	10.00	10.00	24.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.61
173	12.50	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.80	10.00	10.00	11.03
174	15.67	12.38	13.60	12.29	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.55
175	13.00	10.00	12.71	12.57	10.00	28.50	10.00	10.00	10.00	12.98
176	13.00	14.00	12.71	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.08
177	13.00	13.00	10.00	10.00	26.50	10.00	10.00	10.00	10.00	12.50
178	10.00	10.00	15.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.56
179	13.17	12.25	12.14	10.00	24.00	12.33	13.00	12.00	12.83	13.52
180	12.83	12.13	10.00	12.83	15.00	10.00	10.00	12.50	11.40	11.85
181	12.83	13.20	10.00	13.00	10.00	12.50	10.00	21.50	12.83	12.87

182	10.00	12.57	12.63	10.00	11.83	10.00	22.50	13.17	12.50	12.80
183	29.50	13.00	13.00	10.00	24.50	12.86	12.75	12.83	13.17	15.73
184	11.50	10.00	10.00	22.50	12.43	13.00	11.83	14.25	12.00	13.06
185	26.50	10.00	11.56	10.00	10.00	12.17	11.78	12.14	12.67	12.98
186	11.50	11.80	11.71	12.00	11.71	12.14	12.43	12.00	12.17	11.94
187	11.80	12.38	12.33	12.29	13.17	12.00	10.00	12.00	12.43	12.04
188	12.60	12.50	12.43	10.00	11.86	11.91	10.00	12.25	10.00	11.51
189	10.00	12.40	13.00	10.00	10.00	11.90	12.50	10.00	10.00	11.09
190	14.25	10.00	11.75	10.00	10.00	12.00	12.50	12.38	12.33	11.69
191	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	12.80	10.98
192	10.00	10.00	13.00	12.38	10.00	10.00	14.00	12.86	13.17	11.71
193	12.33	10.00	12.25	10.00	12.33	10.00	12.11	10.00	10.00	11.00
194	10.00	12.43	10.00	10.00	10.00	13.17	10.00	11.57	10.00	10.80
195	13.17	10.00	10.00	10.00	10.00	12.83	10.00	10.00	13.25	11.03
196	10.00	10.00	10.00	10.00	12.25	12.43	10.00	10.00	12.57	10.81
197	10.00	10.00	12.13	11.67	11.89	12.13	10.00	10.00	12.83	11.18
198	10.00	10.00	10.00	10.00	12.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.28
199	10.00	11.56	11.67	12.67	10.00	10.00	10.00	10.00	12.80	10.97
200	12.33	10.00	10.00	12.14	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.50
201	13.17	13.00	10.00	13.33	12.43	12.88	10.00	12.29	12.50	12.18
202	12.13	10.00	12.83	10.00	12.25	10.00	10.00	12.33	10.00	11.06
203	12.29	12.14	12.00	10.00	12.63	10.29	10.00	10.00	13.00	11.37
204	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	14.40	30.50	32.50	10.00	15.27

205	12.29	10.00	13.17	12.25	11.71	30.50	14.00	10.00	11.86	13.98
206	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
207	23.50	10.00	10.00	13.00	10.00	10.00	10.00	27.50	26.50	15.61
208	29.50	29.50	13.00	14.25	28.50	26.50	10.00	29.50	10.00	21.19
209	31.60	28.50	10.00	10.00	13.33	31.50	10.00	10.00	10.00	17.21
210	26.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.60	11.67	25.50	14.03
211	30.50	10.00	30.50	10.00	10.00	10.00	12.88	10.00	12.43	15.15
212	21.50	29.50	10.00	10.00	10.00	11.57	10.00	10.00	10.00	13.62
213	10.00	10.00	10.00	29.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.17
214	22.50	28.50	12.00	27.50	24.50	13.17	24.50	12.80	12.29	19.75
215	13.20	12.71	28.50	27.50	14.75	10.00	14.25	26.50	29.50	19.66
216	12.83	12.57	10.00	26.50	10.00	12.83	10.00	10.00	13.17	13.10
217	10.00	10.00	10.00	10.00	29.50	10.00	10.00	13.00	10.00	12.50
218	12.71	10.00	10.00	10.00	10.00	13.14	12.57	12.50	13.00	11.55
219	10.00	12.83	10.00	10.00	10.00	12.14	10.00	10.00	10.00	10.55
220	12.83	10.00	13.00	10.00	13.33	12.80	10.00	10.00	10.00	11.33
221	12.83	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.13	10.00	10.55
222	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
223	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
224	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	28.50	10.00	10.00	12.06
225	12.67	12.50	10.57	12.33	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
226	10.00	10.00	10.00	12.29	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
227	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

228	10.00	10.00	26.50	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	24.50	10.00
229	12.71	13.00	10.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
230	32.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
231	29.50	12.43	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
232	13.00	10.00	13.43	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
233	22.50	27.50	27.50	13.20	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
234	10.00	10.00	10.00	13.17	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
235	26.50	12.43	11.57	12.60	13.25	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
236	12.67	11.43	12.33	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
237	12.33	12.86	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
238	12.67	22.50	12.57	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
239	14.25	13.67	10.00	12.14	13.20	12.50	12.60	16.50	10.00	13.25
240	10.00	13.00	12.40	11.50	10.00	11.80	10.00	11.80	10.00	10.00
241	12.60	12.00	13.67	12.00	10.00	13.20	10.00	11.67	10.00	10.00
242	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
243	12.50	10.00	10.00	10.00	10.00	12.25	10.00	12.14	10.00	10.00
244	12.17	10.00	13.25	13.00	11.57	12.40	12.67	10.00	13.00	10.00
245	13.67	18.50	13.50	15.00	14.00	11.50	11.20	13.75	10.00	10.00
246	22.00	16.50	14.00	13.40	13.33	12.00	10.00	17.00	12.00	13.25
247	14.67	14.67	12.75	12.33	12.60	12.33	14.00	12.60	11.50	17.50
248	12.17	12.67	15.33	12.67	11.40	10.00	10.00	13.00	12.20	12.17
249	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.25	10.00	10.00	10.00	10.00
250	14.75	13.40	13.50	13.20	10.00	16.33	10.00	10.00	10.00	10.00

251	12.50	12.43	12.43	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
252	13.00	10.00	10.00	13.00	12.80	12.17	10.00	11.83	12.17	12.20
253	12.50	10.00	10.00	12.20	10.00	12.83	13.00	10.00	10.00	14.00
254	13.17	14.00	10.00	13.40	13.00	16.00	12.33	10.00	10.00	16.50
255	10.00	10.00	14.50	15.00	13.75	13.60	13.33	12.33	12.60	14.25
256	14.67	12.75	15.33	12.50	12.60	17.00	10.00	12.50	13.00	12.20
257	12.43	12.50	13.20	12.00	12.00	13.60	12.20	16.00	13.00	12.80
258	14.00	12.00	10.00	14.00	11.83	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
259	12.00	23.00	14.00	11.80	15.00	12.60	13.67	12.20	13.25	13.00
260	10.00	11.83	13.00	12.33	11.75	10.00	15.50	10.00	11.67	12.67
261	12.50	16.33	12.80	10.75	15.75	11.83	12.80	11.75	12.67	12.40
262	13.00	13.00	13.50	13.00	14.00	13.00	11.50	13.33	10.00	10.00
263	13.67	13.20	13.00	13.25	10.00	10.00	13.60	11.67	10.00	10.00
264	14.50	13.25	12.75	12.67	12.00	11.80	12.75	12.20	12.00	12.00
265	17.00	13.40	12.40	12.33	16.50	13.20	12.17	11.67	13.00	12.00
266	14.67	11.83	10.00	12.20	13.50	14.67	12.40	10.00	14.00	12.00
267	14.67	13.00	14.00	14.50	11.60	13.25	13.50	12.20	13.00	13.00
268	12.25	12.60	17.00	11.60	12.17	14.00	12.67	10.00	12.20	13.00
269	10.00	10.00	10.00	10.00	12.33	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
270	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
271	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
272	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
273	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

274	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
275	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.00	10.00
276	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	19.00	10.00	10.00
277	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.40
278	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	10.00	10.00	10.00
279	15.33	10.00	13.00	12.00	10.00	21.00	10.00	10.00	10.00	10.00
280	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	14.00	10.00	10.00	10.00	10.00
281	10.00	10.00	10.00	13.00	15.00	10.00	12.40	13.00	10.00	10.00
282	10.00	14.00	12.20	10.00	10.00	13.67	10.00	10.00	10.00	14.25
283	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.75	10.00	10.00
284	13.75	13.75	10.00	13.20	10.00	10.00	10.00	12.50	12.71	13.00
285	13.00	11.25	11.80	13.25	11.50	12.00	11.75	13.25	12.00	12.17
286	12.75	16.00	10.00	14.00	12.33	12.25	13.50	11.67	10.00	10.00
287	12.40	13.67	14.25	11.83	13.60	13.75	13.00	12.29	14.00	13.50
288	13.33	12.00	13.00	12.60	13.00	12.00	14.67	10.00	13.00	14.33
289	12.00	21.00	13.25	13.00	14.00	13.25	12.67	18.00	12.75	12.67
290	10.00	15.00	10.00	14.00	12.50	12.20	11.25	12.80	11.80	10.00
291	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	19.00	10.00	10.00	10.00	10.00
292	12.50	10.00	13.00	10.00	12.75	13.00	12.20	12.60	13.00	13.25
293	10.00	14.75	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	13.00	14.50	12.50
294	10.00	12.71	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
295	13.40	12.67	13.60	14.33	13.00	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00
296	12.20	10.88	14.00	11.71	12.40	12.80	12.67	14.33	12.00	10.00

297	13.50	13.40	13.20	10.00	23.00	14.00	13.40	13.00	13.00	12.33
298	10.00	13.25	12.33	12.80	11.33	23.00	10.00	10.00	10.00	10.00
299	10.00	16.00	13.00	11.33	10.00	10.00	10.00	13.00	13.40	13.00
300	10.00	10.80	10.80	10.25	10.00	10.00	11.40	12.17	12.50	10.67
301	12.20	13.00	13.00	12.50	12.40	12.00	11.67	13.67	12.75	13.00
302	12.00	10.00	10.00	12.33	10.00	12.50	12.67	10.00	10.00	10.00
303	13.00	13.67	14.75	14.75	12.83	13.00	13.80	12.83	12.57	10.00
304	12.00	13.25	12.60	14.50	15.00	12.14	12.14	12.67	12.80	13.00
305	13.25	15.75	12.00	12.33	11.83	11.20	12.33	12.60	13.00	12.50
306	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
307	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	14.50	10.00	10.00	10.00
308	10.00	13.00	12.40	10.00	12.80	12.67	10.00	10.00	10.00	13.20
309	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
310	10.00	22.00	10.00	13.50	16.50	12.50	10.00	10.00	11.80	10.00
311	14.67	11.80	12.60	13.33	12.75	12.00	12.67	10.00	10.00	12.80
312	13.00	10.00	14.25	13.80	15.00	12.80	12.33	10.00	13.33	10.00
313	12.50	10.00	13.00	11.60	11.00	12.17	15.00	11.33	10.00	12.50
314	13.00	13.20	13.33	12.17	17.50	14.25	13.75	12.40	11.75	11.50
315	14.00	12.20	12.67	10.00	14.50	10.00	13.25	10.00	14.67	16.00
316	12.60	12.50	13.60	10.00	15.50	11.80	12.60	12.75	10.00	13.00
317	10.00	12.50	12.25	11.40	13.00	13.00	10.00	12.83	10.00	11.20

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.