



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“PRODUCCIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum
annuum*) A PARTIR DE SEMILLAS SOMETIDAS A IMBIBICIÓN
E IMBIBICIÓN MÁS CAMPO MAGNÉTICO EN EL CAMPO
EXPERIMENTAL RÍO VERDE, CANTÓN SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

ALBERTO FREDERIS BORBOR NEIRA.

GARDENIA DEL PILAR SUÁREZ SUÁREZ.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2007

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“PRODUCCIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum
annuum*) A PARTIR DE SEMILLAS SOMETIDAS A IMBIBICIÓN
E IMBIBICIÓN MÁS CAMPO MAGNÉTICO EN EL CAMPO
EXPERIMENTAL RÍO VERDE, CANTÓN SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

**ALBERTO FREDERIS BORBOR NEIRA.
GARDENIA DEL PILAR SUÁREZ SUÁREZ.**

LA LIBERTAD – ECUADOR

2007

Por ser una investigación emprendida por la Unidad de Producción e Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias, el presente trabajo es responsabilidad de los autores y la propiedad intelectual de la referida Unidad y por ende, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Agr. Antonio Mora Alcívar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Lenin Mera Cedeño
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Néstor Orrala Borbor
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ab. Pedro Reyes Lainez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO.

A Dios.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a la Facultad de Ciencias Agrarias, por la formación profesional impartida.

En especial, a la Unidad de Producción e Investigación dirigida por el Ing. Agr. Msc. Néstor Orrala Borbor, por el apoyo brindado para el desarrollo y culminación de la investigación.

Al Dr. Guillermo Carrillo Castañeda, Catedrático del Colegio de Postgraduados de México.

A las personas encargadas de la Granja Experimental Río Verde, Laboratorios de Física y Química de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

A los maestros, que con sus conocimientos dieron impulso a nuestras vidas.

Alberto F. Borbor Neira.

Gardenia Suárez Suárez.

DEDICATORIA

A mis padres Alberto e Idalia, a mis hermanos: María, Idalia, Alexandra, Juan y Orlando, a mis sobrinas María Cristina y Lisbeth, por su apoyo para culminar mis estudios.

A mi querida Viviana que ha sabido apoyarme en las buenas y en las malas y que sin su comprensión no hubiese podido terminar esta etapa de mi vida. Con mucho amor a mi hija Lina Tamara.

Con gran aprecio y gratitud a mi Director, Ing. Agr. Msc. Néstor Orrala, tutor de la tesis, a quien debo muchas horas de amable dedicación y mucha sapiencia. A mi compañera de tesis Gardenia por todo el apoyo brindado.

Alberto F. Borbor Neira

DEDICATORIA

A mis queridos padres Rufino y América, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi formación profesional.

A mis hermanos Jessica, Dalton y Viviana, cuyos consejos y ayuda me sirven cada día para seguir adelante y cumplir mis metas.

A mis profesores, que con sus enseñanzas supieron guiarme por las sendas del estudio hasta conseguir mis anhelados objetivos.

A mis familiares y amigos, que de alguna u otra forma colaboraron durante mi carrera universitaria.

Gardenia Suárez.

ÍNDICE

Pág.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.4 Hipótesis.....	3

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El pimiento.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Taxonomía.....	4
2.1.3 Botánica.....	5
2.1.4 Variedades.....	5
2.1.5 Agroecología.....	6
2.1.5.1 Humedad.....	7
2.1.5.2 Temperatura.....	7
2.1.5.3 Luminosidad.....	7
2.1.5.4 Suelos.....	8
2.1.6 Agrotécnica.....	8
2.1.6.1 Preparación del suelo.....	8
2.1.6.2 Fertilización.....	9
2.1.6.3 Riego.....	10
2.1.6.4 Malezas.....	11
2.1.6.5 Cosecha.....	11
2.1.6.6 Rendimiento.....	12
2.2 Imbibición de las semillas y los Procesos fisiológicos.....	13
2.2.1 Imbibición.....	13
2.2.2 Procesos fisiológicos de la germinación.....	15

2.2.3	Influencia de la imbibición en la germinación de las semillas.....	16
2.3	El magnetismo en la agricultura.....	17
2.3.1	Magnetismo.....	17
2.3.2	El campo magnético.....	18
2.3.3	Las plantas y los campos electromagnéticos.....	19
2.3.4	Tratamiento magnéticos de las semillas.....	21
2.3.5	Los campos magnéticos y el agua para riego.....	23
2.3.5.1	Acción de los campos magnéticos sobre el agua.....	25
2.3.5.2	Agua tratada magnéticamente y su influencia en las plantas.....	27
2.5	Influencia de la salinidad en la fisiología de los cultivos.....	28
2.4	Calidad de agua para riego.....	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	Localización.....	35
3.2	Material vegetal.....	35
3.3	Materiales, herramientas y equipos.....	36
3.3.1	Materiales y herramientas.....	36
3.3.2	Equipos.....	37
3.4	Características agroquímicas del terreno.....	37
3.5	Características del agua.....	39
3.6	Tratamientos y diseños experimental.....	40
3.6.1	Modelo matemático.....	40
3.7	Delineamiento experimental.....	44
3.8	Manejo del experimento.....	45
3.8.1	Trabajo de laboratorio.....	45
3.8.1.1	Imbibición de semillas.....	45
3.8.1.2	Tratamiento de semillas para experimento de campo.....	45
3.8.2	Experimento de campo.....	45
3.8.2.1	Preparación del terreno.....	45
3.8.2.2	Semilleros.....	46
3.8.2.3	Transplante.....	46
3.8.2.4	Fertilización.....	46

3.8.2.5 Control de malezas.....	46
3.8.2.6 Aporcado.....	48
3.8.2.7 Riego.....	48
3.8.2.8 Control fitosanitario.....	48
3.8.2.9 Cosecha.....	48
3.8.2.10 Comercialización.....	48
3.9 Datos a evaluar.....	49
3.9.1 En el laboratorio.....	49
3.9.1.1 Cálculo del T50.....	49
3.9.1.2 Tiempo de imbibición y tiempo de imbibición sometidas a campo magnético.....	50
3.9.2 En el campo.....	50
3.9.2.1 Altura de plantas a los 20, 40, 60 días después del transplante.....	50
3.9.2.2 Número frutos comerciales por planta.....	50
3.9.2.3 Longitud, diámetro y peso de frutos.....	51
3.9.2.4 Rendimiento por ha.....	51
3.10 Análisis económico.....	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Resultados.....	52
4.1.1 En el laboratorio.....	52
4.1.1.1 Cálculo del T50.....	52
4.1.1.2 Tiempo de imbibición y tiempo de imbibición sometidas a campo magnético.....	55
4.1.2 En el campo.....	55
4.1.2.1 Altura de plantas a los 20, 40, 60 días después del transplante.....	55
4.1.2.2 Número frutos comerciales por planta.....	61
4.1.2.3 Longitud del fruto, cinco cosechas.....	64
4.1.2.4 Diámetro del fruto, cinco cosechas.....	66
4.1.2.5 Peso del fruto, cinco cosechas.....	68
4.1.2.6 Rendimiento por hectárea.....	71
4.1.3 Análisis económico.....	74

4.2. Discusión.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Taxonomía del pimiento.....	4
Cuadro 2. Temperaturas críticas para el pimiento en las distintas fases de desarrollo.....	7
Cuadro 3. Tolerancia a la salinidad de los cultivos.....	30
Cuadro 4. Parámetros climáticos de noviembre 2005 a abril 2006.....	35
Cuadro 5. Características agroquímicas del suelo del campo experimental, Río verde.....	38
Cuadro 6. Salinidad de extracto de pasta de suelo.....	39
Cuadro 7. Sistema de tratamientos.....	40
Cuadro 8. Grados de libertad.....	41
Cuadro 9. Distribución de la fertilización durante el ciclo del cultivo, por planta, parcela, hectárea.....	47
Cuadro 10. Control de plagas y enfermedades. Dosis por Ha.....	49
Cuadro 11. Incremento de peso de semillas cada 6 horas, en g.....	52
Cuadro 12. Promedios de altura de plantas a los 20 días, cm.....	55
Cuadro 13. Resumen del análisis de varianza, altura de plantas a los 20 días, cm.....	57
Cuadro 14. Promedios de altura de plantas a los 40 días, cm.....	57
Cuadro 15. Resumen del análisis de varianza, altura de plantas a los 40 días, cm.....	58
Cuadro 16. Promedios de altura de plantas a los 60 días, cm.....	59
Cuadro 17. Resumen del análisis de varianza, altura de plantas a los 60 días, cm.....	60
Cuadro 18. Promedios de altura de planta, factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), a los 60 días, cm.....	61
Cuadro 19. Promedio número de frutos comerciales por planta, cinco cosechas.....	62

Cuadro 20.	Resumen del análisis de varianza, número de frutos comerciales por planta, cinco cosechas.....	63
Cuadro 21.	Promedio número de frutos comerciales por planta, factor A (híbridos), cinco cosechas.....	63
Cuadro 22.	Promedio número de frutos comerciales por planta, factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), cinco cosechas.....	64
Cuadro 23.	Promedio longitud del fruto, cinco cosechas, cm.....	64
Cuadro 24.	Resumen del análisis de varianza, longitud del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas.....	66
Cuadro 25.	Promedio híbridos (factor A), longitud del fruto, cinco cosechas, cm.....	66
Cuadro 26.	Promedio diámetro del fruto, cinco cosechas, cm.....	67
Cuadro 27.	Resumen del análisis de varianza, diámetro del fruto, cinco cosechas, cm.....	68
Cuadro 28.	Promedio peso del fruto, cinco cosechas, g.....	69
Cuadro 29.	Resumen del análisis de varianza, peso del fruto, cinco cosechas, g.....	70
Cuadro 30.	Promedio peso del fruto factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), cinco cosechas, g.....	71
Cuadro 31.	Promedio rendimiento por hectárea. Toneladas.....	71
Cuadro 32.	Resumen del análisis de varianza, rendimiento por hectárea. Toneladas.....	73
Cuadro 33.	Promedio rendimiento por hectárea. Factor A (híbridos). Toneladas.....	73
Cuadro 34.	Promedio rendimiento por hectárea. Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos). Toneladas.....	74
Cuadro 35.	Análisis económico.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Campo magnético.....	19
Figura 2. Barra imantada	20
Figura 3. Diferencia de crecimiento de plantas magnetizadas.....	26
Figura 4. Diagrama de la parcela experimental.....	42
Figura 5. Distribución de los tratamientos en los bloques.....	43
Figura 6. Incremento de peso cada 2 horas, de los híbridos Quetzal, Magali R y Salvador, en gramos. La Libertad, 2005.....	53
Figura 7. Método indirecto para determinar el T50 de los híbridos Quetzal, Magali R y salvador, en gramos. La Libertad, 2005.....	54
Figura 8. Promedios de altura de plantas a los 20 días, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cm. Río Verde. 2006.....	56
Figura 9. Promedios de altura de plantas a los 40 días, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cm. Río Verde. 2006.....	58
Figura 10. Promedios de altura de plantas a los 60 días, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cm. Río Verde. 2006.....	60
Figura 11. Promedios número de frutos comerciales por planta, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas. Río Verde. 2006.....	62
Figura 12. Promedios longitud del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas, cm. Río Verde. 2006.....	65
Figura 13. Promedios diámetro del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas, cm. río Verde, 2006.....	68

Figura 14.	Promedios peso del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas, g. Río Verde. 2006.....	70
Figura 15.	Promedios rendimientos por ha, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, en toneladas. Río Verde. 2006.....	72
Figura 16.	Ingresos por hectárea, de los diferentes tratamientos, dólares.....	76
Figura 17.	Relación beneficio/costo de los diferentes tratamientos.....	76

GLOSARIO.

Dipolo. (De *di*-² y *polo*¹). m. *Fís.* Conjunto formado por dos entes físicos de caracteres contrarios u opuestos y muy próximos.

Electromagnetismo.- (De *electro-* y *magnetismo*). m. Parte de la Física que estudia la interacción de los campos eléctricos y magnéticos.

Electronegatividad.- Capacidad de un átomo, de un elemento de atraer hacia sí los electrones compartidos de su enlace covalente con un átomo de otro elemento.

Electrostática.- Parte de la Física, que estudia los sistemas de cuerpos electrizados en equilibrio.

Floculante.- m. *Quím.* Agente que produce floculación. f. *Quím.* Agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal, en general, por la adición de algún agente.

Gauss.- (De C. F. *Gauss*, 1777-1855, físico y astrónomo alemán). m. *Fís.* Unidad de inducción magnética en el Sistema Cegesimal, equivalente a una diezmilésima (10^{-4}) de tesla. (Símb. *Gs*).

Geomagnetismo. m. Conjunto de fenómenos relativos a las propiedades magnéticas de la Tierra. || Ciencia que estudia dichas propiedades.

mT.- Millonésima parte de una tesla.

Polaridad.- (De *polar*). f. *Fís.* Propiedad que tienen los agentes físicos de acumularse en los polos de un cuerpo y de polarizarse.

P50.- 50 % del máximo incremento de peso de las semillas en imbibición.

T50.- Tiempo en que la semilla alcanza el 50 % del máximo incremento de su peso en imbibición.

Tesla.- (De N. *Tesla*, 1856-1943, físico yugoslavo). m. *Fís.* Unidad de inducción magnética del Sistema Internacional, equivalente a un *weber* por metro cuadrado (símbolo *T*).

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En el Ecuador la producción de pimiento (*Capsicum annuum L*) representa un rubro importante en el sector agrícola vinculado con esta actividad; se cultiva tanto en la costa como en los valles interandinos. Según el último Censo Nacional Agropecuario (2000), en nuestro país se cultivó 956 hectáreas aproximadamente como monocultivo y 189 hectáreas como cultivo asociado, siendo las provincias costeras de Guayas, Manabí y Esmeraldas las de mayor producción.

Según estimación del Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2005 se cosechó 1 760 hectáreas en la costa, de las cuales 1 298 hectáreas en Guayas, 448 ha en Manabí y 14 ha en Esmeraldas, con una producción estimada de 22 248 t, 4 861 t y 112 t, respectivamente. A su vez, los rendimientos aproximados fueron 17,14 t/hectárea en Guayas, 10,85 t/hectárea en Manabí y 8 t/hectárea en Esmeraldas.

La península de Santa Elena se caracteriza por ser una zona productora de hortalizas de buena calidad durante todo el año, permitiendo al pequeño y gran productor una producción continua, por lo que siempre será necesario realizar investigación en este tipo de cultivo.

Las propiedades del pimiento (vitamina C, capsantina, pigmentos antioxidantes, provitamina A, etc), ha permitido realizar diversas investigaciones que han alcanzado logros significativos, sobre todo en la obtención de nuevos híbridos, cada vez con mayor rendimiento y tolerancia a condiciones físicas y biológicas adversas.

Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos alcanzados, no se ha logrado mejorar el nivel de vida de los agricultores, debido al difícil acceso a las tecnologías y por su alto costo.

La implementación de tecnologías avanzadas, ha hecho olvidar metodologías sencillas y baratas como es la imbibición de semillas antes de la siembra y otras, que si bien datan del siglo pasado, no se les ha dado la debida importancia en nuestro país, como es someter las semillas imbibidas a un campo magnético y verificar su influencia en la producción.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El incremento de la población a nivel nacional y, por lo tanto, en la Península de Santa Elena, hace urgente la aplicación de nuevas tecnologías para obtener mayores rendimientos en los diversos cultivos, que permitan cubrir la creciente demanda de alimentos de manera efectiva y oportuna. Además para ser competitivos frente a otros mercados.

La imbibición de la semilla persigue acelerar el proceso de germinación y por ende el ciclo vegetativo. El sometimiento de la semilla imbibida a un campo magnético es nuevo en el país; esta técnica podría influenciar en los rendimientos de los cultivos, debido a la situación del Ecuador en el centro de la tierra, donde el campo magnético es bastante débil (0,3 gauss), en comparación con el de las regiones polares (0,7 gauss).

La técnica de imbibición de semillas y el sometimiento a campo magnético no es costosa, ni requiere de gran infraestructura; si resultare satisfactoria se pondrá a disposición de los pequeños productores hortícolas de nuestra zona peninsular a fin de que mejoren sus ingresos y por ende su nivel de vida.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Evaluar la producción de tres híbridos de pimiento, a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde, para la definición de recomendaciones técnicas para los agricultores peninsulares.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el mejor híbrido de pimiento en cuanto a rendimiento, a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético.
- Calcular la relación beneficio–costo de cada uno de los tratamientos en estudio.

1.4 HIPÓTESIS

Las semillas no imbibidas, semillas imbibidas y semillas imbibidas sometidas a campo magnético no se diferencian en el rendimiento del pimiento, en la comuna Río Verde.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL PIMIENTO

2.1.1 ORIGEN

Según RUANO BONILLA S. y SÁNCHEZ TRESCASTROS I. (1999), el pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annuum* L. se cultivan al menos otras cuatro especies. Fue llevado al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España; desde ahí pasó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses.

Para la FUNDACIÓN EROSKI (s.f. en línea), la introducción del pimiento a Europa supuso un avance importante en las costumbres culinarias, reemplazando poco a poco a otra especie muy popular, la pimienta negra.

2.1.2 TAXONOMÍA

De acuerdo a ALDANA ALFONSO HM. (2001), la taxonomía del pimiento es:

Cuadro 1. Taxonomía del pimiento.

Reino	<i>Vegetal</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Dicotyledoneae</i>
Orden	<i>Tubiflorae</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Genero	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>annuum Millar</i>

2.1.3 BOTÁNICA

Según TORRES SERRANO CX. (2002), el pimiento es una planta herbácea o semileñosa, con numerosas raíces adventicias. Hojas de forma oval, lanceolada con bordes regulares y pecíolo corto. Flores solitarias, con pedúnculo torcido que la dirige hacia abajo. Los frutos son bayas secas, huecas, de tamaño y color variables según la variedad.

ALDANA ALFONSO HM. (2001) indica que la planta es herbácea de tallo erecto y ramificado, de diversa altura, entre 0.5 a 1 m; raíz pivotante, hojas ovales, alargadas verde – oscuras y con bordes enteros; flores solitarias, rara vez agrupadas en 2 o 3. El cáliz tiene forma enredada y está provista de 5 sépalos verdes soldados entre sí; la corola es enredada con 5 pétalos soldados de color blanco, raramente de color violeta pálida. Los estambres en número de 5, tienen anteras alargadas y dehiscencia longitudinal.

INFOAGRO (2003, en línea) señala que el pimiento es una planta herbácea perenne, de porte variable, con raíces pivotantes y profundas, con numerosas raíces adventicias. El tallo de crecimiento limitado y erecto, emite 2 o 3 ramificaciones principales (dependiendo de la variedad) y éstas continúan ramificándose hasta el final de su ciclo.

2.1.4 VARIEDADES

Según TURCHI A. (1999), las variedades de pimiento se distinguen por las particulares características del fruto que pueden ser dulces o picantes, de tamaño grande o pequeño; de forma cuboides, cónica, piramidal; alargada o corta, coloración verde, amarillo, roja.

TURCHI A. (1999) e INFOAGRO (2003, en línea) mencionan tres grupos, de los cuales surgen las variedades de pimiento actuales:

1. Variedades dulces: son las que se cultivan en los invernaderos. Presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera.
2. Variedades de sabor picante: muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.
3. Variedades para la obtención de pimentón: son un subgrupo de las variedades dulces.

Igualmente expresa que pueden considerarse las siguientes variedades comerciales de pimiento dulce:

Tipo California: frutos cortos (7 – 10 cm), anchos (6 – 9 cm), con tres o cuatro cascotes bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros y de carne más o menos gruesa (3 – 7 mm). Son los cultivares más exigentes en temperatura.

Tipo Lamuyo: frutos de 13 - 15 cm de largo y 8 – 10 cm ancho, 3 – 4 lóculos. Los cultivares pertenecientes a este tipo suelen ser más vigorosos (de mayor porte y entrenudos más largos) y menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos.

Tipo Italiano: frutos de 16 – 17 cm de longitud y 4 – 5 cm en la base, alargados, estrechos, acabados en punta, de carne fina, más tolerantes al frío, que se cultivan normalmente en ciclo único, con plantación tardía en septiembre u octubre y recolección entre diciembre y mayo, dando producciones de 6 - 7 kg/m².

Tipo Marconi: frutos pendulares de 13 a 18 cm de longitud y 8 cm de ancho, 3 – 4 lóculos bien marcados, pulpa muy buena de sabor dulce, se consume verde y rojo.

2.1.5 AGROECOLOGÍA

2.1.5.1 Humedad

YUSTE PÉREZ MP. (1998), ALDANA ALFONSO HM. (2001) y JESÚS MORALES MF. (2005, en línea) coinciden en señalar que la humedad relativa del aire óptima es 50 - 70 %. Si la humedad es más elevada, origina el desarrollo de enfermedades en las partes aéreas de la planta y dificulta la fecundación; si la humedad es demasiado baja, con temperaturas altas, hay caída de flores y frutos recién cuajados.

2.1.5.2 Temperatura

RUANO BONILLA S. y SÁNCHEZ TRESCASTROS I. (1999) argumentan que por debajo de 15 °C el crecimiento se retarda y a menos de 10 °C se detiene por completo; temperaturas superiores a 30 °C pueden provocar la caída de las flores. En el cuadro 2 se detalla las temperaturas críticas para el cultivo de pimiento.

Cuadro 2. Temperaturas críticas para el pimiento en las distintas fases de desarrollo.

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20 – 25	13	40
Crecimiento vegetativo	20 – 25 (día) 16 – 18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26 – 28 (día) 18 – 20 (noche)	10	35

Fuente: INFOAGRO 2003

2.1.5.3 Luminosidad

ALDANA ALFONSO HM. (2001) e INFOAGRO (2003, en línea) señalan que el pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración.

2.1.5.4 Suelos

TORRES SERRANO CX. (2002) indica que el cultivo requiere suelos francos, sueltos, con buena capacidad para retener agua, bien drenados; con pH de 6,0 a 7,5 lo que representa un rango amplio.

JESÚS MORALES MF. (2005, en línea) menciona que los suelos más adecuados para el pimiento son los sueltos y arenosos (no arcillosos, ni pesados), profundos, ricos en materia orgánica y sobre todo con buen drenaje.

MORENO VALENCIA A., RIBAS ELCOROBARRUTIA F. y CABELLO CABELLO MJ. (2004, en línea) señalan que el pimiento se adapta a numerosos suelos, siempre que estén bien drenados, ya que es una planta muy sensible a la asfixia radicular. Prefiere los suelos profundos, ricos en materia orgánica, sueltos, bien aireados y permeables. No es muy sensible a la acidez del suelo, adaptándose bien a un rango de pH entre 5,5 y 7.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL, COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS CEDEGE y UNIVERSIDAD DE FLORIDA. (2004, disco compacto) manifiestan que para el cultivo de pimiento los suelos pueden ser desde arenoso a arcilloso, este último con un buen sistema de drenaje. Requiere pH de 6 a 6,5.

2.1.6 AGROTÉCNICA

2.1.6.1 Preparación del suelo

PROMSA (2004), citado por CERÓN BENALCAZAR EL. y VEINTIMILLA BACILIO VM. (2005), manifiesta que la preparación del suelo se debe efectuar para cada periodo de siembra; se debe arar en dos pasadas, un pase de rastra, un pase de rotavator y una acamadora; el suelo debe quedar nivelado y mullido.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL, COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS CEDEGE y UNIVERSIDAD DE FLORIDA. (2004, disco compacto) señalan que en la preparación se realiza un pase de subsolado, un pase de arado, uno de rastra y la surcadora para elaborar las camas o camellones; luego aplicar fertilización básica para el posterior pase de rotavator.

2.1.6.2 Fertilización

YUSTE PÉREZ MP. (1998) recomienda aportar 30 – 40 t/ha de estiércol; como abonado de fondo aplicar 100 kg de nitrógeno (N); 90 - 150 kg de fósforo (P_2O_5) y 200 – 300 kg de potasio (K_2O); en cobertura realizar 4 aplicaciones de 40 – 50 kg de nitrógeno y alguna de potasio.

ALDANA ALFONSO HM. (2001) manifiesta que el pimiento es muy exigente en fósforo y nitrógeno; recomienda adicionar gallinaza antes del transplante y el nitrógeno fraccionar entre el transplante, floración y durante la cosecha.

Según JESÚS MORALES MF. (2005, en línea), el aporte inicial de estiércol o compost es suficiente, pero si el suelo es pobre o se busca un mayor rendimiento, es posible añadir 40 gramos por planta de fertilizante 15 – 15 – 15, repartiendo en 2 aplicaciones de 20 gramos cada una durante el ciclo del cultivo.

RUANO BONILLA S. y SÁNCHEZ TRESCASTROS I. (1999) indican que en seco el cultivo de pimiento requiere 40 – 80 kg de nitrógeno; 40 – 80 kg de fósforo y 80 – 160 kg de potasio; en época de regadío aplicar el doble de la dosis;

en invernadero recomienda 180 – 300 kg de nitrógeno; 120 – 220 kg de fósforo y 200 – 400 kg de potasio.

TURCHI A. (1999) recomienda 140 – 150 kg de nitrógeno, 120 – 150 kg de fósforo y 250 kg de potasio por hectárea en cada ciclo del cultivo.

MORENO VALENCIA A., RIBAS ELCOROBARRUTIA F. y CABELLO CABELLO MJ. (2004, en línea) comentan que la fertilización es, después del riego, el principal factor limitante de la producción hortícola, y tiene como objetivo fundamental la restitución al medio de cultivo de las cantidades de nutrientes absorbidas por las plantas.

El período de mayores necesidades de N, P y K se extiende desde aproximadamente diez días después de la floración hasta justo antes de que el fruto comience a madurar. Las concentraciones de N, P y K son mayores en la hoja, seguidas del fruto y del tallo.

2.1.6.3 Riego

ALDANA ALFONSO HM. (2001) indica que los requerimientos de agua para una buena producción están entre 600 y 1 250 mm anuales.

De acuerdo a MORENO VALENCIA A., RIBAS ELCOROBARRUTIA F. y CABELLO CABELLO MJ. (2004, en línea), el pimiento es sensible al estrés hídrico, tanto por exceso como por déficit de humedad. Un aporte de agua irregular, puede provocar la caída de flores y frutos recién cuajados y la aparición de necrosis apical, siendo aconsejables los riegos poco copiosos y frecuentes.

RUANO BONILLA S. y SÁNCHEZ TRESCASTROS I. (1999) argumentan que las variedades dulces tienen unos requerimientos hídricos más elevados que los pimientos para pimentón.

2.1.6.4 Malezas

SUQUILANDA M. (1995), citado por FIGUEROA SUÁREZ MA. y RAMIREZ GONZÁLEZ GJ. (2005), manifiesta que el suelo debe mantenerse libre de malezas para evitar la competencia de luz, humedad y nutrientes. Las deshierbas, en número de 3 a 4, se harán manualmente y con mucho cuidado para evitar lesiones del sistema radicular.

2.1.6.5 Cosecha

Según TORRES SERRANO CX. (2002), la cosecha comienza una vez que los frutos hayan adquirido el máximo desarrollo y un color verde grasoso; esto ocurre entre 80 y 100 días después del transplante, dependiendo de la variedad y el clima de la zona.

ALDANA ALFONSO HM. (2001) comenta que la fruta se recolecta entre los 80 – 100 días luego del transplante, cuando tenga una coloración verde o rojiza (dependiendo de la variedad); la producción promedio es de 12 000 kg/ha pero en condiciones excelentes puede llegar a 20 000 kg/ha.

JESÚS MORALES MF. (2005, en línea) indica que una sola planta puede producir de 12 a 15 frutos durante la temporada de cosecha, de junio a septiembre, lo que equivale a 1,5 – 2 kg/m². No son necesarias muchas plantas para cubrir las necesidades familiares. Las precoces estarán listas en 50 – 60 días después del trasplante y las tardías requieren 3 meses. Pueden recolectarse en verde, cuando ya han alcanzado el desarrollo propio de la variedad, justo antes de que empiecen a madurar. Si se requiere coger maduros y son para el consumo inmediato, o para conservarlos asados, se cosechan nada más hayan tomado color; pero, si se van a destinar para condimento (pimientos secos), deben dejarse madurar completamente, conservándolos luego colgados en un lugar seco.

2.1.6.6 Rendimiento

Según AGRIPAC (2004), citado por FIGUEROA SUÁREZ MA. y RAMIREZ GONZÁLEZ GJ. (2005), con un buen manejo del cultivo, el híbrido Quetzal alcanza una producción entre 30 000 y 35 000 kg/ha.

CERÓN BENALCAZAR EL. y VEINTIMILLA BACILIO VM. (2005), investigando la interacción de la fertilización mineral con cuatro fuentes de abonos orgánicos líquidos en el rendimiento del pimiento híbrido Quetzal en la zona de Río Verde, cantón Santa Elena, determinó con la dosis $N_{80}P_{100}K_{80}$ y el BIOL preparado a base de estiércol fresco de bovino, alfalfa, melaza, levadura, fertipack, harina de pescado y leche, una altura de planta a los 40 días 36,77 cm, a los 60 días 56,06 cm, longitud del fruto 11,69 cm, diámetro del fruto 5,61 cm, peso del fruto 91,45 g, número de frutos por plantas 13,40 y rendimiento 41,02 t/ha.

FIGUEROA SUÁREZ MA. y RAMIREZ GONZALEZ GJ. (2005), investigando varias dosis de nitrógeno sobre una base de potasio y fósforo en el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*), híbrido Quetzal, en la zona de Sinchal, cantón Santa Elena, registraron, con la dosis $N_{100}P_{80}K_0$, un promedio de altura de planta de 18,78 cm a los 20 días, a los 40 días 54,80 cm y a los 60 días 60,83 cm; longitud del fruto 10,00 cm; diámetro del fruto 5,41 cm; peso del fruto 87,35 g; número de frutos por plantas 15,80 y rendimiento 41,84 t/ha.

YANEZ ROGEL LF. (2002), analizando el efecto de bioles (derivados de estiércol de vaca, gallinaza y caballo), obtuvo los siguientes resultados con el biol a base de estiércol de vaca: altura de planta a los 60 días 64,52 cm, longitud del fruto 12,86 cm, diámetro del fruto 3,55 cm, número de frutos por planta 11,77 y peso del fruto 66,44 g.

CARRANZA CEDEÑO RV. (2003) en la zona de Concordia, provincia de Esmeraldas evaluó el efecto de bioles sobre la susceptibilidad de 12 cultivares de pimiento (*Capsicum annum L*) a la mosca blanca (*Bemisia tabacci*), logrando con el cultivar Quetzal los siguientes promedios: longitud del fruto 11,5 cm, diámetro del fruto 5,8 cm, peso del fruto 35,10 g, número de frutos por plantas 16,9 y rendimiento 12,80 t/ha.

Según SAKATA (2005, en línea), el híbrido Magali R presenta las siguientes características; longitud del fruto 16 – 18 cm, diámetro del fruto 8 – 9 cm, peso del fruto 200 – 220 g, numero de frutos por planta 12 y rendimiento por hectárea 35 000 kg.

LITUMA CALLE JM. (2005) investigó en la zona de Milagro, provincia del Guayas el efecto de cuatro nemáticidas en el cultivo de pimiento, híbrido Salvador sobre *Meloidogyne incógnita*, registrando con el nemáticida ECONEM una altura de planta a los 20 días 11,72 cm, a los 40 días 28,09 cm y a los 60 días 59,03 cm; longitud del fruto 12,80 cm, peso del fruto 57,97 g, número de frutos por plantas 9,65 y rendimiento 29,11 t/ha.

Según SEMINIS (2005, en línea), el híbrido Salvador presenta las siguientes características: longitud del fruto 12 – 14 cm, diámetro del fruto 8 – 10 cm, peso del fruto 200 – 230 g, rendimiento 35 000 – 40 000 kg/ha

2.2 IMBIBICIÓN DE LAS SEMILLAS Y LOS PROCESOS FISIOLÓGICOS

2.2.1 IMBIBICIÓN

QUIJADA ROSAS (1992, en línea) define la imbibición como mecanismo de entrada inicial de agua en una semilla; esto ocurre gracias a la polaridad de la molécula del agua.

Según ECOAGUA (s.f., en línea), la polaridad de la molécula de agua no sólo es consecuencia de su geometría tetraédrica irregular, sino también de la naturaleza del hidrógeno, el átomo más pequeño de la Química, y del oxígeno, un átomo pequeño, pero principalmente de alta electronegatividad; este término involucra a los átomos que presentan gran capacidad para atraer electrones de enlace. Por lo dicho, la molécula de agua se comporta como un dipolo, de tal forma que se establecen interacciones dipolo-dipolo entre las propias moléculas, formándose enlaces o puentes de hidrógeno.

TECNUN (s.f., en línea) manifiesta que una molécula está polarizada cuando situada en un campo eléctrico se orienta con un lado hacia el polo positivo y con otro hacia el negativo; en el caso del agua, en el átomo de oxígeno, por ser más electronegativo, que el hidrógeno, se sitúa la zona negativa y en el lado de los hidrógenos la positiva, con su centro de acción en el punto medio entre los dos hidrógenos; sucede esto porque la molécula en conjunto no tiene carga.

De acuerdo a SALISBURY FB. y ROSS CW. (2000), el agua por su naturaleza polar se ve atraída hacia muchas otras sustancias, es decir las humedece. Las moléculas de las proteínas y de los polisacáridos de la pared celular, que también son muy polares, constituyen ejemplos excelentes. Además, estas sustancias que contienen oxígeno o nitrógeno son de especial importancia en el caso de las plantas.

La atracción entre moléculas distintas recibe el nombre de adhesión. El agua humedece tales sustancias cuando sus moléculas forman puentes de hidrogeno con ellos. La atracción de moléculas semejante entre sí (también debido al enlace de hidrogeno) recibe el nombre de cohesión.

La atracción entre moléculas diferentes lo confirman PEARL SOLOMON E. *et al* (1998), quienes manifiestan que cuando una semilla se embebe de agua a menudo se hincha, hasta alcanzar varias veces su tamaño original. La célula se embebe de

agua por osmosis y por absorción en sustancias coloidales como celulosa, pectina y almidones contenidos en el interior de las semillas; el agua es atraída y fijada a estos materiales por adhesión.

Según HERNÁNDEZ GIL R. (2001, en línea), la adhesión de las moléculas de agua es responsable de la imbibición o hidratación. La imbibición es el movimiento de las moléculas de agua en sustancias como la madera o la gelatina, las que aumentan de volumen por la hidratación. Las semillas hidratadas pueden aumentar varias veces su volumen, gracias a la imbibición.

LIRA SALDÍVAR R. (1994) afirma que la imbibición está estrechamente involucrada en la absorción de agua bajo ciertas circunstancias. Se trata de la circulación de agua de un área potencial a otro no potencial sin ayuda de una membrana; así mismo actúan diversas fuerzas de atracción, por lo regular químicas o electrostáticas. Las presiones que se generan por imbibición, causadas por el hinchamiento del imbibiente, pueden ser muy altas; la presión de una semilla imbibida, puede hacer que ésta rompa la testa.

Según OMEGA.ILCE.EDU.MX. (s. f., en línea), la imbibición de las semillas se determina también en función de su morfología. En algunas especies, la entrada principal de agua es por el micrópilo (zona donde la testa es más delgada), más que por toda la superficie de la testa (*Vicia* y *Phaseolus*). En algunas semillas de testa dura e impermeable, mientras no se perfora la testa el agua no puede penetrar y por lo tanto las semillas permanecen latentes.

2.2.2 PROCESOS FISIOLÓGICOS DE LA GERMINACIÓN

VOLKE F. (2005, en línea) indica que la germinación de semillas es un proceso fisiológico complejo accionado por la imbibición del agua y el lanzamiento de los mecanismos posibles de la inactividad por los disparadores apropiados. Bajo condiciones favorables (respecto al agua, a la temperatura, a la luz) el crecimiento

rápido de la extensión del embrión culmina en la ruptura de las capas de la cubierta y de la aparición de la radícula. La aparición de la radícula se considera como la terminación de la germinación. Además del requisito básico para la germinación como el agua, el oxígeno y una temperatura apropiada la semilla puede también ser sensible a la luz o al nitrato. La germinación comienza con la captación de agua por la imbibición de la semilla seca, seguida por la extensión del embrión.

2.2.3 INFLUENCIA DE LA IMBIBICIÓN EN LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

De acuerdo a OMEGA.ILCE.EDU.MX. (s. f., en línea), cuando se humedece una semilla, ésta absorbe agua y se inician en ella las actividades metabólicas como la respiración y la síntesis de proteínas; después de cierto tiempo el embrión emerge de la semilla. En este momento, la semilla ha germinado.

Para que el proceso de germinación sea un éxito, es necesario que exista humedad, oxígeno y una temperatura adecuada. No obstante, es frecuente que aún cuando las semillas se encuentran bajo esas condiciones, no germinen. Esto se debe a que existe un impedimento o bloqueo en alguna parte del proceso de germinación que evita que se desarrollen los cambios necesarios en la semilla. Estos impedimentos desaparecen al proporcionar a la semilla un estímulo del medio ambiente, como luz, temperatura, o bien dejando que el tiempo transcurra para que se vayan produciendo ligeros cambios en la propia semilla. A la incapacidad de germinar aun bajo condiciones adecuadas, se le llama latencia.

Una vez que la semilla ha germinado, el crecimiento continúa y las reservas de los cotiledones o del endospermo son transportadas hasta las partes nuevas de la plántula, cuyas células están reproduciéndose y elongándose activamente. Este proceso, continúa hasta que la plántula, comienza a absorber agua y nutrientes del

suelo e inicia la actividad fotosintética convirtiéndose así en una planta joven, establecida e independiente; no se detiene, excepto por la muerte.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, ESPAÑA (2003, en línea) señala que para el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez, la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula.

BASTITAS MEJÍAS S., *et al* (2001) determinaron en la variedad de pimiento Medalla de Oro, el efecto de la imbibición de semillas con el bioestimulante (DI-5) alcanzando un peso del fruto de 180 g y rendimiento de 50,40 t/ha; en el testigo los parámetros logrados fueron 130 g (peso del fruto) y 25,73 t/ha, respectivamente.

2.3 EL MAGNETISMO EN LA AGRICULTURA

2.3.1 MAGNETISMO

Según VILLAMIZAR VILLAMIZAR A. (1999), las primeras observaciones acerca de los fenómenos magnéticos datan de tiempos muy remotos. Se cree que los griegos encontraron en Magnesia, antigua ciudad de Asia Menor, piedras capaces de atraer al hierro. Hoy se sabe que estas piedras que abundan en la

región de Magnesia son de óxido de hierro magnético Fe_3O_4 , llamado magnetita en recuerdo de la ciudad. La palabra magnetismo se emplea para designar las propiedades de estos imanes y los que se producen de manera artificial.

En el siglo XIX, los científicos encontraron la relación entre magnetismo y electricidad, fenómenos considerados hasta entonces independientes. En 1820, Hans Christian Oersted (1770 – 1851), descubrió que las corrientes eléctricas producen fuerzas magnéticas; este hecho puso de manifiesto, de cierta manera, que los dos fenómenos eran lo mismo. Posteriormente otros científicos, entre los que destacan Gilbert (1544 – 1603), Ampère (1775 – 1836), Oersted (1777 – 1851), Faraday (1791 – 1867) y Maxwell (1831 – 1879), investigaron sobre las características de los fenómenos magnéticos, aportando una descripción en forma de leyes cada vez más completas.

DAZA P., SP. (2005, en línea) menciona que el magnetismo es uno de los aspectos del electromagnetismo, que es una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza. Las fuerzas magnéticas son producidas por el movimiento de partículas cargadas, como por ejemplo electrones, lo que indica la estrecha relación entre la electricidad y el magnetismo.

El marco que enlaza ambas fuerzas, es la teoría electromagnética. La manifestación más conocida del magnetismo es la fuerza de atracción o repulsión que actúa entre los materiales magnéticos como el hierro. Sin embargo, en toda la materia se pueden observar efectos más sutiles del magnetismo. Recientemente, estos efectos han proporcionado claves importantes para comprender la estructura atómica de la materia.

2.3.2 EL CAMPO MAGNÉTICO

DAZA P., SP. (2005, en línea) describe que el campo magnético es una barra imantada o un cable que transporta corriente; puede influir en otros materiales

magnéticos sin tocarlos físicamente, porque los objetos magnéticos producen un “campo magnético”. Los campos magnéticos suelen representarse mediante ‘líneas de campo magnético’ o ‘líneas de fuerza’. En cualquier punto, la dirección del campo magnético es igual a la dirección de las líneas de fuerza y la intensidad del campo es inversamente proporcional al espacio entre las líneas, figura 1.

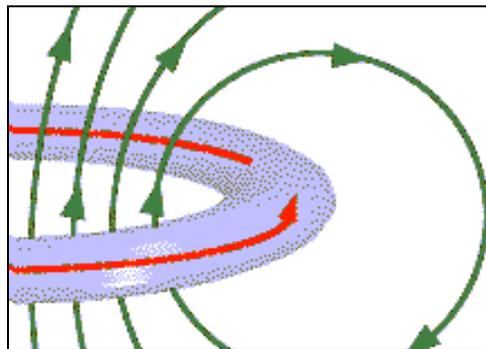


Figura 1. Campo magnético

Fuente: DAZA P., SP. (2005, en línea)

En el caso de una barra imantada, las líneas de fuerza salen de un extremo y se curvan para llegar al otro extremo; estas líneas pueden considerarse como bucles cerrados, con una parte del bucle dentro del imán y otra fuera. En los extremos del imán, donde las líneas de fuerza están más próximas, el campo magnético es más intenso; en los lados del imán, donde las líneas de fuerza están más separadas, el campo magnético es más débil. Según su forma y su fuerza magnética, los distintos tipos de imán producen diferentes esquemas de líneas de fuerza, figura 2.

2.3.3 LAS PLANTAS Y LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

AGRIPA (s. f., en línea) indica que la influencia del campo geomagnético sobre el crecimiento de las plantas fue científicamente establecida por primera vez en 1862 por el químico francés Louis Pasteur (1822 – 1985), durante sus experimentos en fermentación, cuando disertó acerca del efecto estimulante del campo magnético de la tierra que producía un efecto en este proceso.

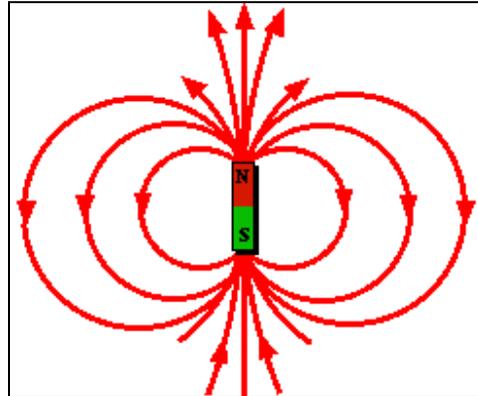


Figura 2. Barra imantada

Fuente: DAZA P., SP. (2005, en línea)

El uso de los imanes en agricultura no es nuevo y el rol principal en este respecto llega al país de Israel. Los científicos del Departamento de Ingeniería Mineral del conocido y prestigioso Israel Institute of Technology en Haifa confirman que el principio de magneto-hidro-dinámica (MHD) permite bajar la tensión de la superficie del agua, causando solubilidad aumentada y penetración, la cual estimula las raíces.

El padre de los bio-magnéticos modernos, Dr. Albert Roy Davies, logró una patente en 1950 para tratar las semillas magnéticamente para estimular su crecimiento. El magnetismo ha abierto un nuevo capítulo en la agricultura.

El agua tratada con el MAGNETIZER (campo magnético) destapa y rompe el suelo comprimido, dando a las raíces (cilia) la libertad de absorber más rápido el agua y los minerales en un área más amplia; es decir, ahora los minerales pasan más fácilmente a través del agua hasta las raíces. En consecuencia se obtiene mayor crecimiento de las raíces y plantas.

Igualmente importante son las fuerzas electromotivas que son transferidas del agua a la planta. Estas fuerzas quedaron demostradas en miles de experimentos y aplicaciones en la vida real, especialmente estimulando la actividad del crecimiento. El sistema de raíz excitado por las fuerzas electromotivas de

MAGNETIZER promueve un más saludable, más grande y más rápido crecimiento de las plantas.

2.3.4 TRATAMIENTO MAGNÉTICO DE LAS SEMILLA

Según CARRILLO CASTAÑEDA G. y OTINIANO VILLANUEVA JR. (2005), el uso de los campos magnéticos para mejorar la germinación, el temprano desarrollo de las plantas y el rendimiento, esta siendo explorado por científicos. Señalan que semillas de tomate (Tropic) y zanahoria (Nantes) guardadas durante 5 años y sometidas a imbibición mostraron alta y pronta germinación. Cuando las semillas de tomate y de zanahoria fueron sujetas a imbibición en presencia de ácido giberélico y CaCl_2 respectivamente, expresaron mejor porcentaje de germinación (55 y 63 % respectivamente) que las semillas sin tratar. Con estas condiciones el tomate requirió 82 horas para lograr el 50 % de germinación (testigo, 151 horas) y la zanahoria 63 horas (testigo, 127 horas).

Cuando se expuso la semilla de tomate (12 horas) y de zanahoria (18 horas) al campo magnético (dispositivo electromagnético en forma de anillo de 120 mT), mientras se sometían a las imbibición en agua o en la solución respectiva (ácido giberélico y CaCl_2), fue obtenida la máxima germinación (59 %, zanahoria; 75 %, tomate). La semilla magnetizada requirió de menor tiempo para lograr el 50 % de germinación (tomate, 80 horas; zanahoria, 60 horas). Semillas de tomate híbrido Azteca y de las variedades Flora Dade y Rio Grande presentaron mejoras similares como la semilla de Tropic y de Nantes.

Con respecto al T50 todas las semillas tropicales magnetizadas e imbibidas demostraron la mejor actuación frente al testigo. El uso de campos magnéticos para reforzar germinación de semillas, desarrollo temprano de las plantas y el rendimiento está explorándose.

Las mejoras en rendimiento de plantas desarrolladas, a partir de semillas imbibidas y tratadas en un campo magnético, es posible sea consecuencia de una mejor absorción de agua o porque la propia agua magnetizada promueve los diferentes procesos fisiológicos.

BLAKE G. (s. f., en línea) demostró que la exposición de semillas al campo magnético ayuda en el brote y el crecimiento acelerado de las plantas de semillero. Tales plantas también muestran raíces más profundas, crecimiento más vigoroso comparado con semillas de plantas no tratadas. Recientemente, se ha encontrado que cuando se magnetiza el agua de la irrigación, las plantas crecen más rápidamente, con una producción más alta, comparada a las que se han irrigado con agua ordinaria. Además las plantas irrigadas con agua magnetizada crecieron 20 a 40 % más rápido.

El efecto de imanes en tomate ha rendido resultados muy interesantes. Estas frutas han madurado mucho más rápido cuando están colocados en el campo magnético. La razón de esto, parece ser, que los imanes tienen efecto positivo en la actividad enzimática de frutas.

Según CHINA LIGHT INDUSTRY MACHINERY ASSOCIATION (2005, en línea), el campo magnético estimula el crecimiento de semillas imitando el efecto eléctrico estático natural. Tratar las semillas antes de plantar, de una o más maneras físicas, cambia y estimula una serie de efectos bioquímicos y efectos biológicos en semillas y plantas. Hacer uso de la intensidad apropiada del campo eléctrico, mejora la velocidad del agua y la germinación.

Las semillas siguientes se pueden tratar:

- a) Granos: arroz, trigo, maíz, etc.
- b) Cuerpo conteniendo aceite: soya, cacahuete, sésamo.
- c) Algodón.
- d) Remolacha, etc.

- e) Melones y frutas: sandía, melón, etc.
- f) Col de China, espinaca, col, etc.
- g) Patata, rábano, etc.
- h) Legumbres de fruta: pepino, tomate, berenjena, pimiento verde, etc.

BALMORI A. (2004, en línea) afirma que en ensayos de germinación realizados en laboratorio, sometiendo semillas de varias plantas a un campo magnético estático, se comprobó que aumenta la velocidad de germinación y el porcentaje de semillas germinadas; mientras que en experimentos de crecimiento, las plántulas expuestas desarrollan mayor longitud y peso.

MARTÍNEZ *et al.*, (2003), citado por BALMORI A. (2004, en línea) indica que en general suele corroborarse un efecto estimulante del crecimiento y desarrollo de plantas sometidas a la acción de campos magnéticos estáticos, pero inhibitorio en el caso de campos variables.

SOJA *et al.*, (2003), citado por BALMORI A. (2004, en línea), comenta que en un estudio realizado bajo una línea de alta tensión que discurre entre Austria y la República Checa, se evaluó su efecto sobre cultivos de trigo y maíz. Los resultados indicaron una reducción media de la producción de trigo de un 7 % en los campos más próximos a la línea eléctrica durante los 5 años que duró la investigación.

2.3.5 LOS CAMPOS MAGNÉTICOS Y EL AGUA PARA RIEGO

Según RAMOS (1994), citado por HERVÁS HERMIDA A. y MOLINA CASINO MA. (2005, en línea), el agua debido a su naturaleza polar y a su paso por un campo electromagnético, sufre una ordenación en sus moléculas y ciertos cambios estructurales que se traducen en la variación de algunas de sus propiedades.

RAMOS (1994) y TRISTANTE (1998), citado por HERVÁS HERMIDA A. y MOLINA CASINO MA (2005, en línea), concuerdan en que el tratamiento magnético del agua puede producir cambios en sus propiedades físico-químicas; puede variar los valores del pH y la conductividad eléctrica.

CASTRO (2004), citado por HERVÁS HERMIDA A. y MOLINA CASINO MA (2005, en línea), señala estudios sobre la influencia del tratamiento magnético del agua a nivel biológico, especialmente en la producción agrícola. Las semillas de *Pinus tropicalis* Morelet (especie endémica y amenazada) regadas con agua sometida a campos magnéticos aumentan el porcentaje de germinación. Esta investigación, demostró que el sistema radicular crece más, lo cual puede explicar que haya mayor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados y asimilación de parte de las reservas del suelo.

DUARTE (1999), citado por HERVÁS HERMIDA A. y MOLINA CASINO MA (2005, en línea), afirma que el tratamiento magnético del agua de riego produce variados efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas y acelera el crecimiento vegetal, en dependencia de la caracterización y especificación del grado de tratamiento aplicado al agua.

MONEDERO, DUEÑAS y CAMACHO (s. f., en línea), citado por HERVÁS HERMIDA A. y MOLINA CASINO MA (2005, en línea), señalan que el uso de agua magnetizada aumenta el contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en las plantas y la materia seca aumenta con dosis menores de fertilizantes nitrogenados, así como también aumenta el nitrógeno hidrolizable del suelo.

KLASSEN (1978), DUARTE, RIQUENES y CANO (1994), citado por HERVÁS HERMIDA A. y MOLINA CASINO MA (2005, en línea), dicen que respecto a las propiedades del suelo, el tratamiento magnético del agua ejerce influencia sobre la agregación de las partículas y permite recuperar la estabilidad del suelo ferralítico rojo compactado hasta 80 cm.

2.3.5.1 Acción de los campos magnéticos sobre el agua

RINCON DEL VAGO (1998, en línea) manifiesta que el tratamiento magnético del agua está basado en el principio de inducción electromagnética o de Faraday, que evita que se forme incrustaciones calcáreas y paulatinamente elimina las ya existentes. Es conocido que la magnetización inducida en el agua, además de tener una permanencia de unas 24 horas, modifica sus propiedades físico-químicas.

Si se mantiene el polo norte de un imán sumergido durante unos minutos en un vaso de agua y acto seguido se mide su pH, se puede observar que éste es alcalino; en cambio, si se sumerge el polo Sur hará que el agua se vuelva ligeramente ácida. Es decir, los efectos del campo magnético varían en función de la polaridad aplicada.

El pH del agua puede cambiar de 7 a 9,2 mediante su exposición a un campo magnético de 7 000 gauss, además de modificar la temperatura, tensión superficial, viscosidad y la conductividad eléctrica. Por otro lado, el agua magnetizada con el polo Sur tiene una tensión superficial menor que el agua magnetizada con el polo Norte. Para todo ello, no es necesario que el imán esté en contacto con el agua que se pretende imantar, puede colocarse en el exterior de un recipiente (nunca de un material que se magnetice).

El sector agrícola es el principal consumidor de agua en el mundo. El desarrollo de sistemas de riego que propicien el ahorro de agua y energía e incrementen la eficiencia de los actuales, son objetivos de máxima prioridad en la búsqueda de un consumo sostenible. En muchas zonas, el agua es insuficiente para desarrollar adecuadamente los cultivos y aunque se realizan esfuerzos para disminuir la evaporación y transpiración en las plantas, la mayoría de esas medidas han demostrado ser poco prácticas.

Tecnologías basadas en el uso de los campos magnéticos en la agricultura han mostrado resultados prometedores en el desarrollo de cultivos y aumento de la producción. Esto se atribuye a la disminución de la evapotranspiración. Diversos estudios muestran variaciones en las propiedades físicas y químicas del agua expuesta a campos magnéticos: la densidad, el pH, la tensión superficial, la solubilidad de sales, la conductividad eléctrica, la sedimentación de los cristales y la velocidad de las reacciones químicas. Sin embargo, en algunos casos se han encontrado variaciones no significativas. La figura 3 indica la diferencia de crecimiento de plantas irrigadas con agua magnetizada y sin magnetizar.



Un estudio universitario de 30 días en Polonia muestra la diferencia en el crecimiento de plantas alimentadas sin agua "magnetizada" (izq.) y con el agua tratada. (der.)

Figura 3. Diferencia de crecimiento de plantas magnetizadas.

Fuente: RINCÓN DEL VAGO (1998)

Las experiencias con agua tratada magnéticamente disminuyen el consumo de agua de riego. Estos resultados plantean las hipótesis de una mejor utilización de la humedad por las plantas, un incremento en la absorción de los nutrientes y una disminución de la evapotranspiración en los cultivos.

2.3.5.2 Agua tratada magnéticamente y su influencia en las plantas

FEGENERT (2006, en línea) manifiesta que científicos del Instituto de Investigaciones Forestales y de la Universidad Hermanos Saíz, en la provincia de Pinar del Río (Cuba), demostraron la influencia positiva del agua tratada magnéticamente en el vigor y crecimiento del *Pinus tropicales* Morelet. Durante el estudio se irrigan plántulas de la especie, tanto de manera estática como dinámica en su primer estadio y, a la edad de 15 días las longitudes máximas fueron de 10,75 centímetros en ambas variantes, mientras que las muestras sin procesar sólo reportaron valores de siete.

Según ISAAC ALEMÁN E., FUNG BOIX Y. y FERRER DUBOIS A. (2004), la aplicación de los campos magnéticos en sistemas de riego agrícolas brinda grandes posibilidades en el ahorro del recurso agua, de los recursos humanos y en el incremento de la calidad y supervivencia de las cosechas, ya que los campos magnéticos inducen perturbaciones en el ambiente circundante, provocando cambios morfológicos y fisiológicos. Existen un número creciente de experimentos que muestran que la exposición a los campos electromagnéticos produce una gran variedad de efectos, demostrando una acción positiva en la estimulación del crecimiento y desarrollo.

En la agricultura los campos magnéticos han sido aplicados para acelerar el crecimiento de las plantas, causando cambios morfológicos y fisiológicos en muchas especies vegetales de gran interés agronómico, incrementando la calidad de las cosechas y elevando los rendimientos.

CASATE *et al* (1994), citado por ISAAC ALEMÁN E., FUNG BOIX Y. y FERRER DUBOIS A. (2004), argumenta que obtuvieron resultados satisfactorios con influencia del agua tratada magnéticamente en la germinación de pimientos, obteniendo una significativa estimulación en la longitud del tallo y de la raíz de las plántulas a los 14 días de sembradas.

Según SARMIENTOS *et al.* (1998) citado por ISAAC ALEMÁN E., FUNG BOIX Y. y FERRER DUBOIS A. (2004), el sistema radical crece más con riego de agua tratada magnéticamente que con agua corriente, siendo en muchas especies un aspecto relevante pues alcanza en ocasiones hasta dos veces más de longitud. Las plantas sometidas a tratamiento magnético del agua tienden a alargar su ciclo de desarrollo, es decir, demoran en envejecer luego de arribar a la cosecha en comparación con las regadas con agua corriente.

PIROVAROVA *et al* (1993), citado por ISAAC ALEMÁN E., FUNG BOIX Y. y FERRER DUBOIS A. (2004), manifiestan que el campo magnético afecta la disolución y absorción de nutrientes por las raíces. Influye en la capacidad humectante, tensión superficial, capacidad de disolución, conductividad eléctrica y presión osmótica, favoreciendo el desarrollo de la raíz, regulando el transporte y velocidad de absorción de iones, a través de las membranas de la raíz, todo lo cual conlleva a un mejor y mayor crecimiento de las plantas. El agua tratada magnéticamente proporciona a las plantas los nutrientes necesarios gracias a la alteración de ciertos mecanismos de la membrana plasmática de las células del meristemo radical.

2.4 INFLUENCIA DE LA SALINIDAD EN LA FISIOLOGÍA DE LOS CULTIVOS

FERTIBERIA (2004, en línea) menciona que el proceso de acumulación de sales en los suelos con predominio del Ca y el Mg se le denomina salinización. Un suelo es salino si tiene una cantidad excesiva de determinadas sales (cloruros, sulfatos, etc.). En climas húmedos, donde llueve mucho, es raro que haya suelos salinos, puesto que las sales son lavadas en profundidad y no afectan a la zona de las raíces; en climas secos son más típicos, ya que no existen lluvias abundantes que arrastren las sales; el que un suelo sea salino o no, dependerá de la geología de ese lugar.

Según ERGONOMISTA (2005, en línea), el término salinidad se refiere a la presencia en el suelo de una elevada concentración de sales que perjudican a la planta por su efecto tóxico. La situación más frecuente es, ¿cuándo consideramos a un suelo salino?, la determinación depende del tipo de investigador: los edafólogos expresan la salinidad como unidades de conductividad (dS/m) ó como inverso de la resistencia (mmho/cm), donde $\text{mho} = 1/\text{ohm}$. Un químico del agua lo expresa en concentraciones y habla de ppm de sal ó de mg/l ó microg/ml. Los fisiólogos lo expresan también en concentración pero lo que más interesa es la interacción del número de moles / unidad de peso ó volumen (mM).

Desde el punto de vista agrícola se considera un suelo como salino si su conductividad eléctrica es igual ó superior a 4 dS/m. En agricultura hay 380 millones de ha de suelos salinos, de las cuales 240 millones no son tan salinos como para no cultivar plantas tolerantes. Aunque todos los suelos salinos tienen aumentada concentración de sales, estos pueden tener características muy diversas, porque pueden ser suelos áridos con aumento de pH, o suelos alcalinos con aumento de carbonatos ó con toxicidad de boro.

Según FACULTAD DE CIENCIA DE ESPAÑA (2004, en línea), la salinidad produce efectos diferentes sobre las distintas especies vegetales. Como norma general, provoca una disminución del tamaño de la planta que adopta formas achaparradas, una disminución en la producción de frutos y semillas e incluso la muerte de ésta, cuando supera el límite de tolerancia.

MAAS y HOFFMAN (1977), citado por FACULTAD DE CIENCIA DE ESPAÑA (2004, en línea), propusieron una ecuación para el cálculo del deterioro de la producción en función de la planta y de la conductividad eléctrica del suelo. En ella se estima el porcentaje de producción obtenido frente al máximo obtenible con las mismas condiciones climáticas y de fertilidad, en suelos cuya salinidad no exceda del umbral máximo con el que la planta no muestra síntomas de merma en su rendimiento. La expresión es como sigue:

$$P = 100 - b \cdot (CE_{ES} - a)$$

En donde "a" es el valor máximo de CE tolerable por la planta en cuestión y "b" la pérdida porcentual de rendimiento que sufre dicha planta al elevarse la CE en 1dS/m. "CE_{ES}" es la conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo. Se entiende por extracto de saturación, al agua extraída de una pasta formada con una porción de la fracción menor de 2mm, a la que se añade agua hasta que presente una superficie brillante, pero sin que exista una lámina de agua sobre ella y, que si se introduce y extrae una espátula la huella permanece durante unos segundos sin cerrarse. En el cuadro 3, se muestran algunos valores de "a" y "b" para de cultivos muy frecuentes.

Cuadro 3. Tolerancia a la salinidad de los cultivos.

Planta	A	B
Cebada	8.0	5.0
Algodón	7.7	5.2
Remolacha	7.0	5.9
Trigo	6.0	7.1
Soja	5.0	20.0
Olivo	4.0	-
Arroz	3.0	12.2
Tomate	2.5	9.9
Alfalfa	2.0	7.3
Patata	1.7	12.0
Naranja	1.7	15.9
Pimiento	1.5	14.1

Fuente: FACULTAD DE CIENCIA, ESPAÑA (2004, en línea)

Plantas como la cebada o la remolacha son muy tolerantes a la salinidad, pues soportan valores altos y sus rendimientos decrecen con lentitud; otras como la soja soportan salinidades elevadas pero su rendimiento decrece muy rápidamente,

por lo que su tolerancia es menor. La soya aparentemente tolerante, baja su rendimiento hasta el 50 % con una conductividad eléctrica de 7,5 dS/m, mientras que el tomate aparentemente más sensible, sufre un descenso semejante en el rendimiento.

De acuerdo a DORRONSORO C., (s. f., en línea), la concentración de sales confiere al suelo propiedades muy particulares con efectos nocivos para los cultivos. Esto ocurre por causas naturales o por acciones antrópicas. En el caso de la salinidad se distinguen dos situaciones con morfologías, propiedades, génesis y usos de los suelos muy diferentes, según el catión predominante en el complejo de cambio sea Na^+ o Ca^{++} :

- Si el catión predominante es el Ca^{++} , las sales solubles son muy abundantes en el suelo. El perfil se encuentra muy poco diferenciado, pero su estructura tiende a ser estable, como resultado de la acción floculante del Ca^{++} . La alta presión osmótica de la solución del suelo es la responsable de la baja productividad. A estos suelos se les denomina suelos salinos (o suelos halomorfos).

- Cuando el Na^+ es el catión dominante se produce la dispersión de las arcillas, lo que lleva a una destrucción de la estructura. Por otra parte, la hidrólisis de las arcillas sódicas conduce a la alcalinización del perfil, y esta provoca intensa alteración mineral. El perfil queda bien diferenciado desde el punto de vista morfológico. A estos suelos se les llama suelos sódicos (en ocasiones alcalinos). Por otra parte, cuando existe un alto contenido en sales y estas son sódicas, el sodio predomina en el complejo de cambio y los suelos son salino-sódicos.

Son suelos típicos de las regiones de clima seco. También están presentes en zonas de clima húmedo, como Holanda y Bélgica, en localizaciones influenciadas por sedimentos o aguas con altas concentraciones de sales.

2.5 CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

MEDINA J. (2000) menciona que el agua contiene una serie de sales que son aportadas al terreno mediante riego y pasan a la solución del suelo, limitando el crecimiento de las plantas y la absorción por la raíces. De las sales del suelo solo una pequeña fracción es absorbida por las plantas, y no son transportadas a la atmósfera por evaporación. Las sales se acumulan en las zonas donde hay descenso de humedad; es decir, en la proximidad de las raíces y de la superficie del suelo; a medida que las plantas extraen el agua del suelo, aumenta la concentración de las sales presentes en la solución del suelo.

La respuesta y resistencia de las plantas a la salinidad no es la misma en todas ellas. Cuando la fuente de agua disponible para regar es de baja calidad, un primer paso consiste en seleccionar cultivos que sean resistentes a la salinidad. En general es el contenido total de sales de agua de riego el que influye sobre el crecimiento de los cultivos causando estrés hídrico que reduce el tamaño de la planta, de la superficie foliar, cuajado y engorde de los frutos y consecuentemente, la productividad.

FUENTES JL. (2002) expone que las sales contenidas en el suelo y la aportadas por el agua de riego se mantienen en disolución en el agua del suelo. La planta absorbe el agua y una pequeña parte de sales, quedando el resto en el suelo. A medida que disminuye el agua aumenta la concentración, con lo cual las plantas encuentran mayor dificultad para absorber el agua. El riego localizado mantiene un nivel alto de humedad, en consecuencia un nivel bajo de salinidad.

Según MAYA J. (2002), la influencia de la salinidad en los cultivos puede ser motivada por el incremento del porcentaje de agua necesaria, ya que las sales retienen por osmosis parte del agua existente, compitiendo con las raíces que se ven obligadas a realizar un mayor esfuerzo (energía metabólica) para poder absorberla. Este esfuerzo será mayor cuanto más sal exista, pudiendo llegar a una

situación límite, donde la planta cultivada es incapaz de absorber agua, aunque el terreno este saturado, pues la fuerza de retención de sales (tensión osmótica) es superior a la fuerza de succión de las raíces.

MOROTO BORREGO JV., PASCUAL ESPAÑA B. y BORREGO PITARCH V. (1995) señalan que en las mayorías de plantas que son irrigadas con aguas salinas tienen el sistema radicular reducido, son muy sensibles a las incidencias de necrosis apical en los frutos debido a la insuficiente absorción de agua.

En resumen, la literatura consultada indica que el pimiento se desarrolla en condiciones óptimas de temperatura entre 16 – 25 °C, humedad relativa 50 – 70 %; requiere suelos francos con pH entre 5,5 y 7,5, sueltos y bien drenados. La fertilización señala los siguientes rangos: 40 – 150 kg/ha de nitrógeno (N), 40 – 150 kg/ha de fósforo (P₂O₅), 80 – 300 kg/ha de potasio (K₂O). El nitrógeno se debe fraccionar entre el transplante, floración y durante la cosecha.

El requerimiento de agua varía de 1 250 a 4 000 m³ durante el ciclo del cultivo. Cosecha entre los 50 y 140 días, dependiendo de las variedades y el clima de la zona. Rendimiento promedio entre 20 000 – 40 000 kg/ha. Hay variedades dulces y picantes; tipo california, tipo lamuyo (híbrido Magali R), tipo marconi (híbrido Quetzal) y tipo italiano.

La imbibición consiste en la absorción de humedad por la semilla, lo que ocurre gracias a la polaridad de las moléculas de agua, aumentando el volumen de la semilla a la vez que genera una presión para que se rompa la testa. De esta manera, se acelera el proceso germinativo.

El magnetismo es la fuerza de atracción o repulsión que actúa en materiales magnéticos como el hierro. El campo magnético se genera gracias a una barra imantada que transporta corriente; puede influir en materiales magnéticos sin tocarlos físicamente. La exposición de semillas al campo magnético mejora el brote y crecimiento de plantas en semillero. El agua tratada magnéticamente produce efectos en el crecimiento de raíces y plantas; en el suelo ejerce influencia sobre la agregación de las partículas, la solubilidad de las sales, la conductividad eléctrica de la solución del suelo, la tensión superficial y viscosidad del agua, etc.

El magnetismo está estrechamente ligado con la conductividad eléctrica; si el magnetismo está presente baja la tensión de la superficie del agua para que esta sea fácilmente absorbida por las raíces.

La salinidad como norma general, provoca una disminución en el tamaño de la planta, disminución en la producción de frutos y semillas e incluso la muerte de ésta, cuando supera el límite de tolerancia. El contenido total de sales en el agua de riego influye sobre el crecimiento de los cultivos, causante de estrés hídrico que reduce el tamaño de la planta, de la superficie foliar, cuajado y engorde de los frutos y consecuentemente, la productividad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en el Campo de Prácticas Agrícolas Río Verde, de propiedad de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicada en la comuna Río Verde, km 118 vía Guayaquil-Santa Elena, cantón Santa Elena, provincia del Guayas, a una altura de 25 msnm, latitud sur 2° 10' 45" y latitud oeste 80° 40' 18". Las condiciones climáticas en la época del experimento se detallan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Parámetros climáticos de noviembre 2005 a abril 2006

Parámetros	Promedios
Precipitación	110 mm época lluviosa.
Temperatura	24 °C
Humedad relativa	83 %
Heliofanía	9 – 11 hora
Evapotranspiración	2 – 4 mm

Fuente: Estación Metereológica UPSE – INAMHI (2006)

3.2 MATERIAL VEGETAL

Para la investigación se empleo los siguientes germoplasmas:

Híbrido Quetzal: pimentón tipo Marconi, muy precoz; planta de mediana a gran altura (más de 50 cm). Inicio de cosecha a los 100 – 110 días, a partir del transplante; alta productividad, buen cuaje de frutos; planta vigorosa con excelente follaje; frutos de forma semi-cónica, con 3 – 4 lóculos, muy pesados de aproximadamente 230 a 250 g y de carnosas paredes, muy grande y terminado en punta. Excelente color rojo vino y de buena firmeza. Resistente a PVY (Potato Yellow Virus), TMV (Tobacco Mosaic Virus) y PYMV (Pepper Yellow Mosaic

Virus). Híbrido de excelente rendimiento, aproximadamente 30 000 – 40 000 kg/ha, distribuido por Agripac S. A. (fig 1A).

Híbrido Magali R: tipo lamuyo, planta vigorosa de alta productividad, frutos verdes a verde oscuro. Inicia la cosecha a los 147 días, después de la siembra; peso promedio del fruto 220 – 240 g, cuajado secuencial de fruto. Resistente al PVY (estirpe P1-2) y TMV. Germinación del 99 % y pureza del 99,9 %. Rendimiento aproximado 20 000 – 35 000 kg/ha, distribuido por Sakata Ltda (fig 1A).

Híbrido Salvador: inicia cosecha a los 90 - 100 días, luego del transplante; planta vigorosa, muy productiva, con buen follaje, que permite proteger los frutos de quemaduras de sol; excelente cuajado de frutos, florecimiento continuo, ramas altas; fruto de forma cónica, uniforme (en forma y tamaño), firme, de coloración verde a verde oscuro brillante, muy atractivos para el consumidor. Resistente al PYMV y TMV. Rendimiento aproximado 30 000 – 40 000 kg/ha, distribuido por Agripac S. A (fig 1A).

3.3 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

3.3.1 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Estacas
- Clavos
- Piola
- Rastrillo
- Machete
- Regla
- Martillo
- Azadón
- Pala
- Libreta de apuntes
- Hojas milimetradas
- Lápiz
- Lupa
- Cinta métrica
- Turba
- Tablero de playwood

- Regaderas
- Espátulas
- Reloj
- Cartulina
- Rastrillo
- Bandeja germinadora
- Toallas de papel
- Tijeras
- Tela (tul)
- Pintura
- Brocha

3.3.2 EQUIPOS

- Cajas petri
- Circuito de electroimán en forma de anillo de 150 mTesla, equivalente a 5 000 gauss. (campo magnético)
- Vasos de precipitación
- Calibrador Vernier
- Termómetros
- Tubos de ensayos
- Estufa
- Centrífuga modelo Eba 8/5000 rpm
- Balanzas mecánica y electrónica
- Cámara fotográfica
- Bomba de mochila
- Pinzas
- Computadora

3.4 CARACTERÍSTICAS AGROQUÍMICAS DEL TERRENO

El análisis del suelo y de la pasta saturada (cuadros 25A y 26A) fueron realizados en la estación experimental INIAP-Bolicho; el cuadro 5 resume las características y señala un suelo franco arcilloso-arenoso con 60 % de arcilla, 25 % de arena y 15 % de limo; pH 6,7, materia orgánica 0,8 %; pendiente menor al 5 %, buen drenaje.

El contenido de nutrientes presentes en el suelo son 12 ppm de nitrógeno (N), 6 ppm de fósforo (P), 0,58 meq/100ml de potasio (K), 17,0 meq/100ml de calcio (Ca), 5,9 meq/100ml de magnesio (Mg), 12,0 ppm de azufre (S), el contenido de materia orgánica es bajo con 0,8 %.

Cuadro 5. Características agroquímicas del suelo del campo experimental.

Río Verde.

Nutrientes	Contenido	Interpretación
N	12 ppm	Bajo
P	6 ppm	Bajo
K	0,58 meq/100ml	Alto
Ca	17,0 meq/100ml	Alto
Mg	5,9 meq/100ml	Alto
S	12,0 ppm	Medio
Zn	0,8 ppm	Bajo
Cu	2,2 ppm	Medio
Fe	12 ppm	Bajo
Mn	12,3 ppm	Medio
B	0,82 ppm	Alto
pH	6,7	Neutro
Acidez Int. (Al+H)	- meq/100ml	-
Al	- meq/100ml	-
Na	- meq/100ml	-
MO	0,8 %	Bajo

Fuente: INIAP-Bolicho 2005

El análisis del extracto de pasta saturada (cuadro 6) señala pH 7,4; conductividad eléctrica 0,68 que se considera bajo, sodio (Na) 1,3 meq/l; potasio (K) 0,37 meq/l; calcio (Ca) 3,30 meq/l; magnesio (Mg) 1,8 meq/l; RAS de 0,8 meq/l y PSI < 1 meq/l.

Cuadro 6. Salinidad de extracto de pasta de suelo.

Elemento	Cantidad
pH	7,4
C.E. ds/m	0,68
Na	1,3 meq/l
K	0,37 meq/l
Ca	3,30 meq/l
Mg	1,8 meq/l
SUMA	6,8 meq/l
HCO ₃ ⁻	-
CO ₃ ²⁻	0,3 meq/l
SO ₄ ²⁻	2,4 meq/l
Cl ⁻	4,1 meq/l
RAS	0,8 meq/l
PSI	< 1 meq/l

Fuente: INIAP-Bolicho 2005

3.5 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

Los análisis de agua (cuadro 27A y 28A) realizados por AGUAPEN e INIAP-Bolicho demostraron los siguientes parámetros.

Salinidad 0,8 ‰; turbiedad 0,3 UNT; pH 7,24; conductividad eléctrica 1692 μ S/cc; sulfatos (SO₄²⁻) 185 mg/l; sólidos disueltos totales 1080 mg/l; cloruros (Cl⁻) 880 mg/l; alcalinidad total (CaCO₃) 270 mg/l; dureza total 560 mg/l; calcio (Ca⁺⁺) 120,24 mg/l; magnesio (Mg⁺⁺) 63,17 mg/l; clasificación C4S2 (categoría 4 por salinidad y 2 por contenido de sodio).

3.6. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño utilizado, bloques completamente al azar con arreglo factorial 3X3, donde el factor A son los híbridos Quetzal, Magali R y Salvador y el factor B semillas sometidas a diferentes tratamientos (no imbibidas, imbibidas e imbibidas + campo magnético). Hubo cuatros replicas es decir 36 unidades experimentales.

El sistema de tratamientos se detalla en el cuadro 7. Los resultados fueron sometidos al análisis de la varianza, utilizando el estadístico F para establecer diferencias en el factor A, en el factor B y en la interacción AxB. Las medias de los tratamientos fueron comparados según la Prueba de Tuckey al 5 %.

Cuadro 7. Sistema de tratamientos

Tratamientos	Factor A Híbridos	Factor B Semillas sometidas a diferentes tratamientos.
T1	Quetzal	No imbibidas
T2		Imbibidas
T3		Imbibidas + campo magnético.
T4	Magali R	No imbibidas
T5		Imbibidas
T6		Imbibidas + campo magnético.
T7	Salvador	No imbibidas
T8		Imbibidas
T9		Imbibidas + campo magnético.

3.6.1 MODELO MATEMÁTICO

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + I_j + M_k + (IM)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observación correspondiente a imbibición (I) y magnetismo (M).

μ = Media de la población.

β_i = Efecto de los bloques o repeticiones.

I_j = Efecto de la imbibición en los tratamientos.

M_k = Efecto del magnetismo en el tratamiento.

$(IM)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre imbibición y magnetismo.

ϵ_{ijk} = Error experimental de los tratamientos.

Los grados de libertad del experimento se detallan en el cuadro 8. La figura 4 muestra el diagrama de la parcela experimental y la figura 5 detalla la distribución de los tratamientos en el campo.

Cuadro 8. Grados de libertad.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones (r-1)	3
Tratamientos (t-1)	(8)
Factor A: Híbridos (a-1)	2
Factor B: Semillas sometidas a diferentes tratamientos (no imbibidas, imbibidas, imbibidas + campo magnético) (b-1)	2
Interacción (a-1) (b-1)	4
Error experimental (t-1) (r-1)	24
Total (abr-1)	35

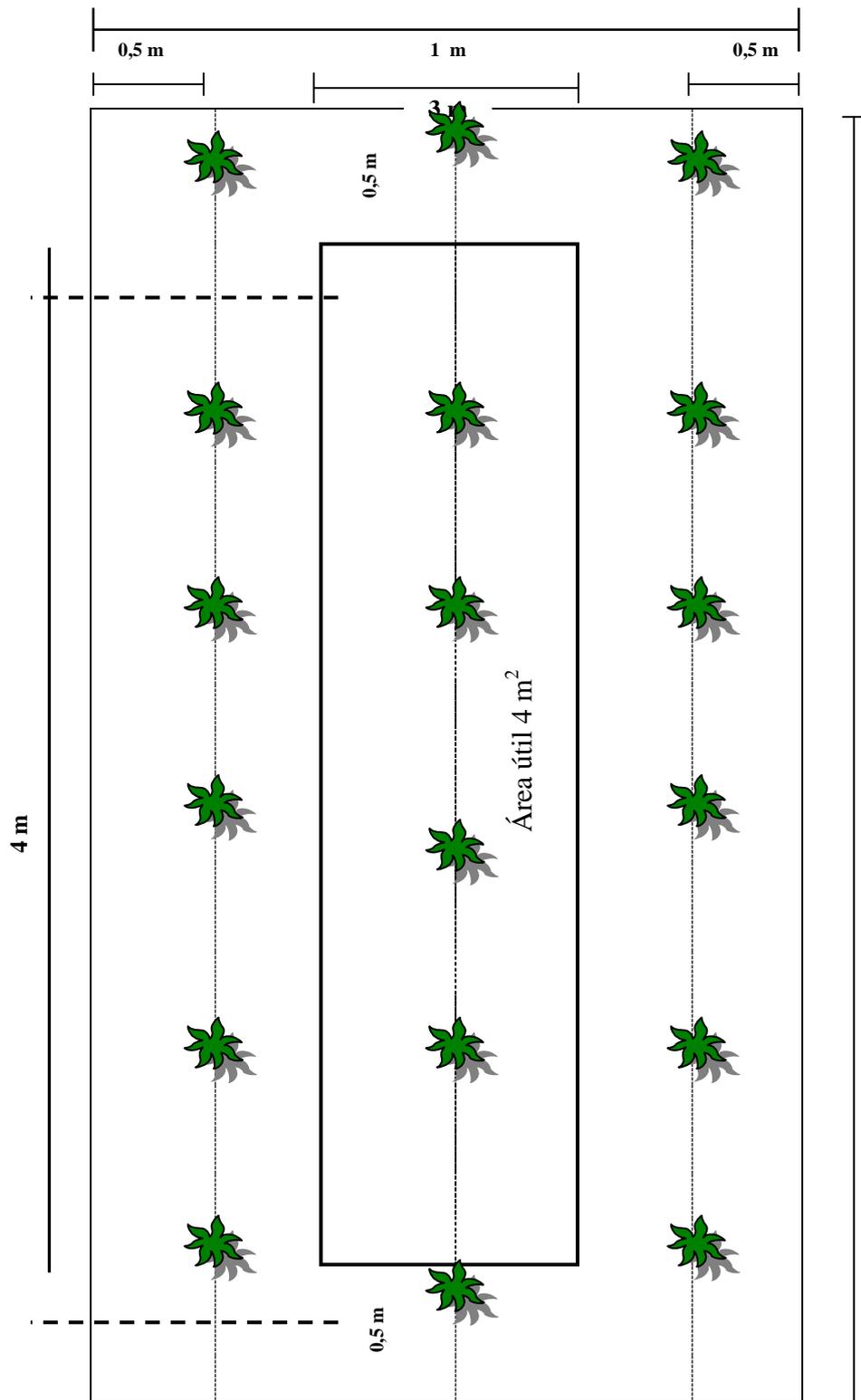


Figura 4: Diagrama de la parcela experimental.

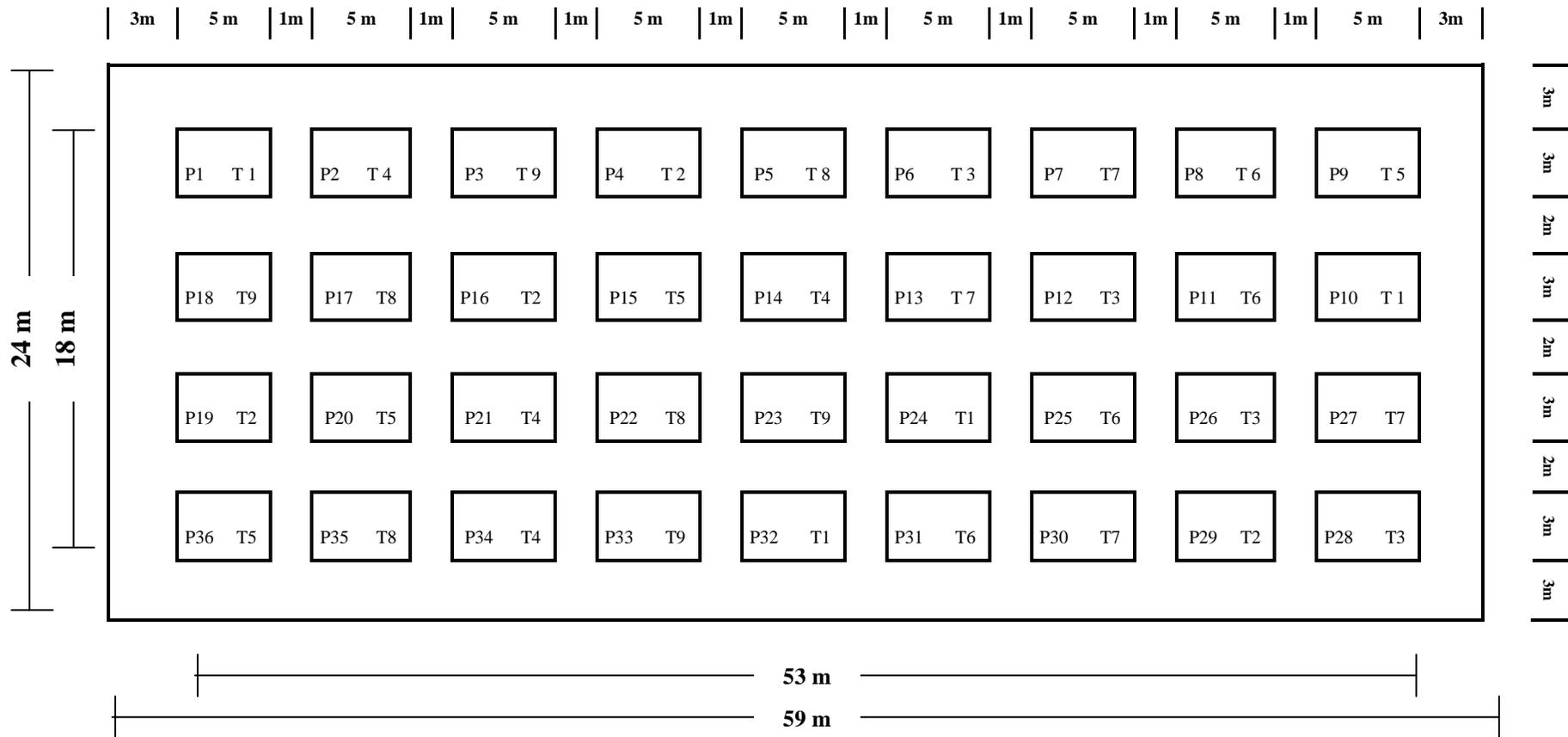


Figura 5: Distribución de los tratamientos en los bloques.

3.7 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

a	Diseño experimental	Arreglo factorial 3x3 BCA
b	Tratamientos	9
c	Repeticiones	4
d	Total de unidades experimentales	36
e	Distancia entre hileras	1 m
f	Distancia entre plantas	0,40 m
g	Área de parcelas	15 m ²
h	Área útil de parcela	4 m ²
I	Número de plantas por sitio	1
J	Número de plantas por hileras	12
k	Número de hileras	3
L	Número de parcelas por bloques	9
m	Efecto de borde	1 m
n	Número de plantas por parcelas	36
o	Área del bloque	135 m ²
p	Área útil del bloque	36 m ²
q	Distancia entre parcelas	1 m
r	Distancias entre bloques	2 m
s	Distancia del borde perimetral por los 4 lados	3 m
t	Número de plantas por bloque	324
u	Número de plantas por experimento	1296
v	Número de plantas por hectárea	25000
w	Área útil del experimento	144 m ²
x	Área neta del experimento	540 m ²
y	Área total del experimento	1416 m ²

3.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.8.1 TRABAJO DE LABORATORIO

Realizado en el Laboratorio de Biología de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

3.8.1.1 Imbibición de semillas

50 semillas de cada híbrido, fueron colocadas en bolsitas de tela nylon amarrado con piola y sometido a imbibición, en vasos de precipitación de 900 ml, lleno de agua destilada a una temperatura de 22 °C (fig 2A y 3A).

Las semillas cada 2 horas, se colocaban en la centrífuga por 3 minutos a 3 000 rpm para eliminar el exceso de agua, posteriormente pesar y determinar el incremento de peso y el T50 (tiempo en que las semillas imbibidas alcanzan el 50 % del incremento máximo de su peso).

3.8.1.2 Tratamiento de semillas para experimento de campo

Una vez determinado el T50 las semillas fueron sometidas a imbibición e imbibición + campo magnético (fig 4A).

3.8.2 EXPERIMENTO DE CAMPO

3.8.2.1 Preparación del terreno

Consistió en la limpieza del terreno, un pase de rastra, nivelación del terreno e instalación del sistema de riego, con el distanciamiento de siembra correspondiente.

3.8.2.2 Semillero

Siembra en bandejas germinadoras de 128 orificios, llenadas con turba; las semillas colocadas a 0,5 cm de profundidad. Siembra realizada el 28 de octubre del 2005 (fig 5A).

3.8.2.3 Transplante

A los 20 días después de la siembra. Previo a esta labor se aplicó un riego. Distanciamiento de siembra 1 m entre líneas y 0,40 m entre plantas, lo que representa 25 000 plantas por hectárea (fig 6A).

3.8.2.4 Fertilización

El cuadro 9, indica los fertilizantes comerciales y las dosis aplicadas por planta, parcela y por hectárea. Las fases vegetativas para la aplicación de los fertilizantes fueron transplante, crecimiento vegetativo (15, 30 días), floración (45, 60 días) y cosecha (75, 90, 105, 120 días).

Dosis aplicada N₂₅₀ P₁₂₀ K₂₀₀, utilizando DAP (18 % N, 46 % P₂O₅), sulfato de amonio (21 % N) y sulfato de potasio (50 % K₂O) en 9 aplicaciones. Fósforo a la siembra y las 8 restantes, con nitrógeno y potasio cada 15 días, según la etapa fenológica del cultivo (fig 10A y 11A).

3.8.2.5 Control de malezas

Cinco deshierbas manuales, para evitar competencia por nutrientes. Las malezas presentes durante el experimento fueron bledo macho (*Amaranthus spinosus L.*), bledo hembra (*Amaranthus dubius*), coquito (*Cyperus rotundus*), achochilla (*Monordica charantia*), verdolaga (*Portulaca oleracia*) (fig 9A).

Cuadro 9. Distribución de la fertilización durante el ciclo del cultivo, por planta, parcela*, hectárea.**

Fertilizante Comercial	Transplante g	Días después del transplante								Total planta/ciclo gramos	Total parcela/ciclo kg	Total por hectárea kg
		Crecimiento Vegetativo		Floración		Cosecha						
		15	30	45	60	75	90	105	120			
DAP***	10.43	-	-	-	-	-	-	-	-	10,43	0,38	260,80
SO ₄ (NH ₄) ₂	-	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	38,64	1,39	966,00
K ₂ SO ₄	-	2	2	2	2	2	2	2	2	16,00	0,58	400,00

* Número de plantas por parcela: 36

** Número de plantas por hectárea: 25 000

*** 10,43 g de DAP contienen 1,88 g de N, que equivalen a 46,93 kg de N/ha.

3.8.2.6 Aporcado

A los 20 y 60 días después del trasplante para evitar la caída de las plantas.

3.8.2.7 Riego

Riego por goteo, utilizando 3 600 m³ de agua, de acuerdo a la necesidad del cultivo y a las condiciones climáticas.

3.8.2.8 Control fitosanitario

Las plagas presentes en el cultivo fueron mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pulgones (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*), negrita (*Prodiplosis longifolia*), minador (*Scrobipalpula sp*) y las enfermedades podredumbre gris (*Botritis cinerea*), seca o tristeza (*Phytophthora capsici*), antracnosis (*Colletotrichum lagenariu*), tizón temprano (*Alternaria solaní*). Los productos utilizados para su control se detallan en el cuadro 10, aplicaciones realizadas de acuerdo al umbral económico.

3.8.2.9 Cosecha

Cuando el fruto alcanzó la madurez fisiológica, es decir una tonalidad verde cerosa y consistencia crujiente, que son las características que prefiere el consumidor final, primera cosecha a los 75 días después del trasplante.

3.8.2.10 Comercialización

Pimientos clasificados y empacados en sacos especiales para este tipo de producto (38 kg). Comercialización realizada a nivel de finca.

Cuadro 10. Control de plagas y enfermedades. Dosis por hectárea.

Número de Aplicaciones	Agroquímicos	Dosis ha	Plagas y enfermedades
4	Actara	0,2 kg	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) Negrita (<i>Prodiplosis longifilia</i>)
	Ridomil gold	1,5 kg	Tristeza (<i>Phytophthora capsici</i>)
3	Actellic	0,6 l	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) Negrita (<i>Prodiplosis longifilia</i>)
	Mancozeb	2 kg	Podredumbre gris (<i>Botritis cinerea</i>) Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)
2	Macht	0,4 l	Minador (<i>Scrobipalpa sp</i>) Pulgones (<i>Aphis gossippi</i> y <i>Myzus persicae</i>).
	Ridomil	1,5 kg	Tristeza (<i>Phytophthora capsici</i>) Antracnosis (<i>Colletotrichum lagenarium</i>).
2	Macht	0,4 l	Minador (<i>Scrobipalpa sp</i>)
	Mancozeb	2 kg	Podredumbre gris (<i>Botritis cinerea</i>) Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)

3.9 DATOS A EVALUAR

3.9.1 EN EL LABORATORIO

3.9.1.1 Cálculo del T50

Previo al cálculo de este parámetro, se calcula el P50 que es cuando las semillas imbibidas han alcanzado el 50 % del máximo incremento de peso de las semillas en imbibición. Determinada por la fórmula:

$$P_{50} = P_i + \frac{P_f - P_i}{2}$$

Donde:

P50 = Incremento del 50 % de su peso inicial, g.

Pi = Peso inicial.

Pf = Peso final.

Una vez calculado el P50, en un sistema de ejes de coordenadas (papel milimetrado) se procedió a verificar el T50 que es el tiempo en que la semilla alcanza el 50 % del máximo incremento de su peso en imbibición (fig 7, pág 54).

3.9.1.2 Tiempo de imbibición y tiempo de imbibición sometida a campo magnético

Determinado el T50, se realizó un cálculo referencial de este parámetro. Por el alto costo de la semillas y porque este parámetro fue determinado en condiciones controladas, no hubo repetición.

3.9.2 EN EL CAMPO

3.9.2.1 Altura de planta a los 20, 40, 60 días después del transplante

Medida desde la base del tallo al ápice de 10 plantas tomadas al azar por tratamiento y repetición del área útil; promedio expresado en centímetros (fig 8A).

3.9.2.2 Número frutos comerciales por planta

Promedio de todos los frutos de 10 plantas por cada tratamiento, de todas las cosechas.

3.9.2.3 Longitud, diámetro y peso de frutos

Promedio de longitud, diámetro y peso, expresados en centímetros y gramos de todos los frutos de todas las cosechas de 10 plantas, tomadas al azar del área útil, de cada tratamiento y repetición; determinado con la ayuda de un calibrador Vernier y balanza eléctrica (fig 12A).

3.9.2.4 Rendimiento por ha.

Peso de todos los frutos del área útil por parcela, tratamiento, repetición y derivado a toneladas por hectárea.

3.10 ANÁLISIS ECONÓMICO

Comprende los costos de producción, el costo financiero, el rendimiento, los ingresos y la relación beneficio/costo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 EN EL LABORATORIO

4.1.1.1 Cálculo del T50

El cuadro 1A, describe el incrementos de peso cada 2 horas expresados en gramos. El cuadro 11 resume el incremento de peso cada 6 horas y la figura 6 el incremento cada 2 horas.

Así, el peso inicial para Quetzal y Magali R fue de 0,38 g y para Salvador 0,29 g. y al termino de las 36 horas el peso final para Quetzal 0,75 g, para Magali R 0,77 g y 0,60 g para Salvador.

Cuadro 11. Incremento de peso de semillas cada 6 horas, en g.

Factor A Híbridos	HORAS						
	Peso inicial	6	12	18	24	30	36
Quetzal	0,38	0,66	0,71	0,73	0,75	0,75	0,75
Magali R.	0,38	0,71	0,76	0,77	0,78	0,80	0,77
Salvador	0,29	0,56	0,60	0,61	0,61	0,59	0,60

La fórmula utilizada (pág 50) y el método indirecto (ejes de coordenadas, fig 7) determinaron que el P50 para el híbrido Quetzal fue 0,57 g y el T50 se alcanzó en 1 hora 48 minutos. Para el híbrido Magali R el P50 fue 0,58 g y el T50 alcanzado en 1 hora 36 minutos y finalmente el P50 para el híbrido Salvador 0,45 g, el T50 se alcanzo en 1 hora 36 minutos, coincidiendo con el híbrido Magali R.

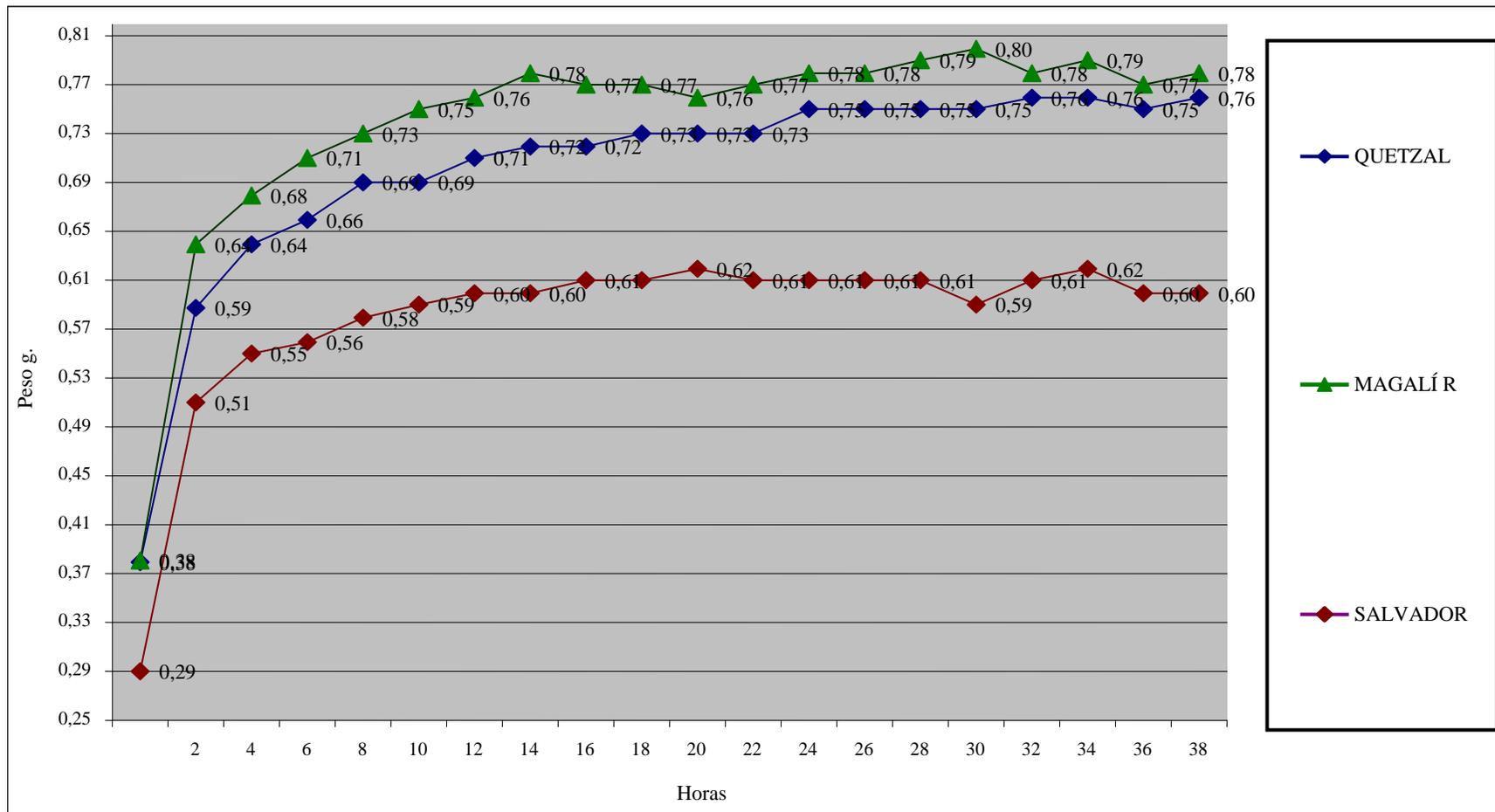


Figura 6. Incremento de peso cada 2 horas, de los híbridos Quetzal, Magali R y Salvador, en gramos. La Libertad, 2005.

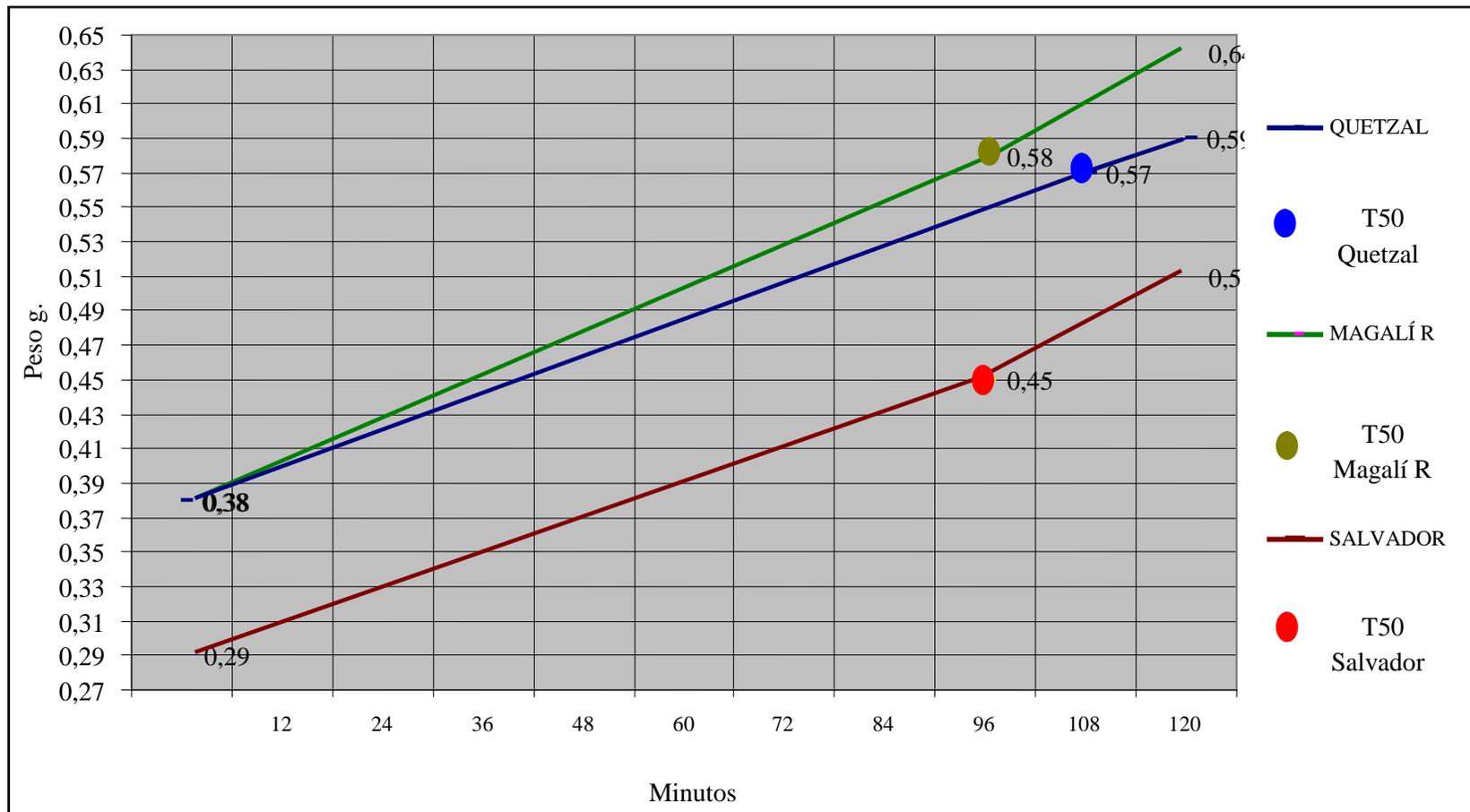


Figura 7. Método indirecto para determinar el T50 de los híbridos Quetzal, Magali R y Salvador, en gramos. La Libertad, 2005

4.1.1.2 Tiempo de imbibición y tiempo de imbibición sometido a campo magnético

Los cuadros 11, 1A y figura 6, permiten suponer que a las 24 horas los híbridos investigados han alcanzado el 100 % del incremento de su peso, ya que, a partir de ese momento hasta las 38 horas, los incrementos son despreciables. Por lo tanto, se toma como referencia para la presente investigación 24 horas de imbibición para el nivel 2 del factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos) y 24 horas de imbibición, pero 12 de ellas sometidas a campo magnético, para el nivel 3 del mismo factor.

4.1.2 EN EL CAMPO

4.1.2.1 Promedio de altura de plantas a los 20, 40 y 60 días de edad del cultivo

En el cuadro 12 y 2A, se describen los promedios de altura de plantas a los 20 días expresados en centímetros. En los híbridos el mayor promedio corresponde a Magali R con 9,70 cm y el menor a Salvador con 9,32 cm.

Cuadro 12. Promedios de altura de plantas a los 20 días, cm.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	9,51	9,42	9,28	9,40
Magali R	9,21	9,99	9,90	9,70
Salvador	8,95	9,81	9,20	9,32
Promedios Factor B	9,22	9,74	9,46	9,47

C.V. 7,64 %

En cuanto al factor B, semillas sometidas a diferentes tratamientos (no imbibidas, imbibidas e imbibidas sometidas a campo magnético), la mayor altura alcanzó las semillas imbibidas con 9,74 cm y el menor 9,22 cm las no imbibidas.

En la interacción híbridos-semillas sometidas a diferentes tratamientos (figura 8), el mayor promedio de altura corresponde al híbrido Magali R-semillas imbibidas con 9,99 cm y el menor valor a Salvador-semillas no imbibidas con 8,95 cm.

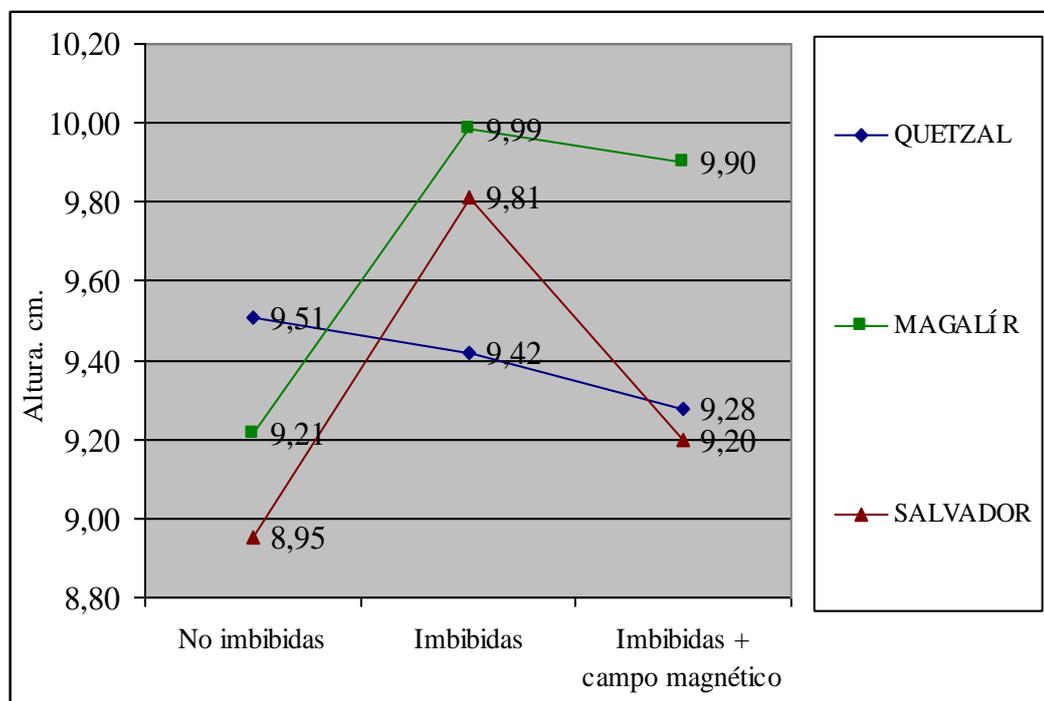


Figura 8. Promedios de altura de plantas a los 20 días, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cm. Río Verde. 2006.

El análisis de la varianza (cuadros 13 y 3A) determinó que en el factor A, factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos) y en la interacción híbridos-semillas sometidas a diferentes tratamientos, no hay diferencia significativa al 5 %. La media general es 9,47 cm y el coeficiente de variación 7,64 %.

Cuadro 13. Resumen del análisis de varianza, altura de plantas a los 20 días, cm.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	NS
Tratamientos (B)	NS
Interacción (A x B)	NS

NS= No significativo.

En el cuadro 14 y 4A, se describen los promedios de altura de plantas a los 40 días expresados en centímetros.

En lo referente a híbridos (factor A) los valores obtenidos son 24,95 cm en Quetzal; 25,36 cm en Salvador y 26,02 cm en Magali R. En las semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B) los valores alcanzados son 24,89 cm para no imbibidas, 25,47 cm para las imbibidas + campo magnético y 25,98 cm en las imbibidas.

Cuadro 14. Promedios de altura de plantas a los 40 días, cm.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	24,76	25.23	24,88	24,95
Magali R	25,12	26.46	26,49	26,02
Salvador	24,79	26.25	25,05	25,36
Promedios Factor B	24,89	25.98	25,47	25,45

C.V. 5,57 %

En la interacción híbridos-semillas sometidas a diferentes tratamientos (figura 9), el mayor promedio 26,49 cm corresponde al híbrido Magali R - imbibidas +

campo magnético y el promedio menor 24,76 cm a Quetzal - no imbibidas, existiendo una diferencia de 1,73 cm.

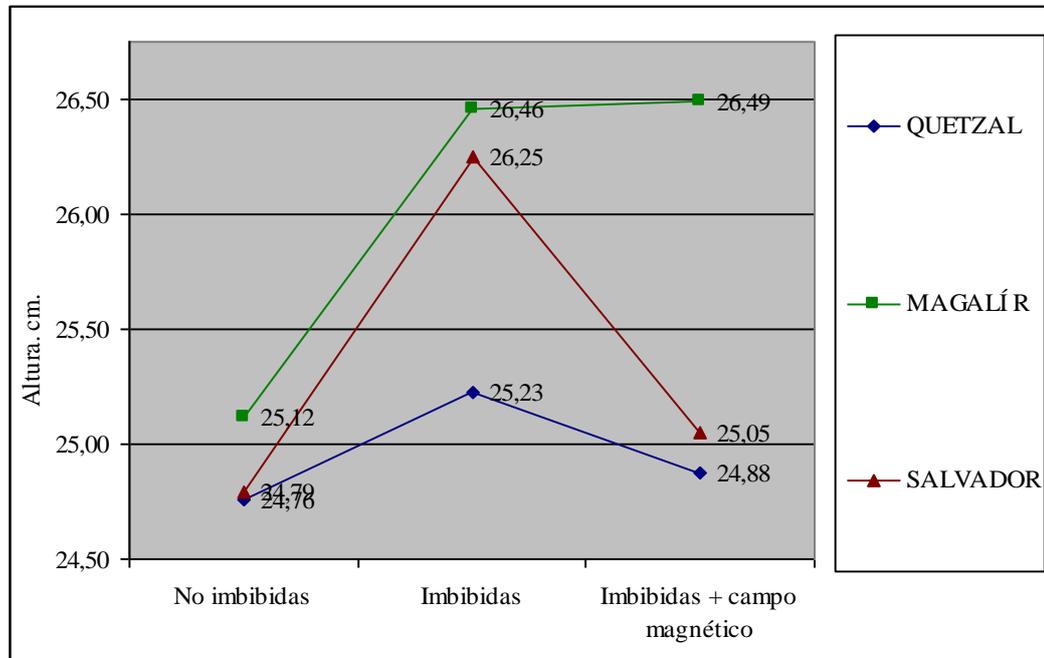


Figura 9. Promedios de altura de plantas a los 40 días, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cm. Río Verde. 2006.

El análisis de la varianza (cuadros 15 y 5A) determinó que en los híbridos, semillas sometidas a diferentes tratamientos y en la interacción híbridos-semillas sometidas a diferentes tratamientos no hay diferencia significativa al 5 %.

Cuadro 15. Resumen del análisis de varianza, altura de plantas a los 40 días, cm.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	NS
Tratamientos (B)	NS
Interacción (A x B)	NS

NS= No significativo.

La media general es 25,45 cm y el coeficiente de variación 5,57 %.

En el cuadro 16 y 6A, se describen los promedios de altura de plantas a los 60 días expresados en centímetros.

En lo referente al factor A (híbridos), los valores fluctúan de 54,81 cm en Salvador a 55,91 cm en Magali R.

Cuadro 16. Promedios de altura de plantas a los 60 días, cm.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No Imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	54,39	56,05	54,05	54,83
Magali R	54,73	56,90	56,10	55,91
Salvador	53,83	56,25	54,35	54,81
Promedios Factor B	54,32	56,40	54,83	55,18

C.V. 3,51 %

En el factor B, semillas sometidas a diferentes tratamientos, los valores alcanzados son 53,83 cm para las no imbibidas, 54,35 cm para las imbibidas + campo magnético y 56,25 cm para las imbibidas.

En la interacción (figura 10), el mayor promedio 56,90 cm corresponde a Magali R - imbibidas y el promedio menor 53,83 cm a Salvador - no imbibidas, existiendo una diferencia de 3,08 cm de alto.

El análisis de la varianza (cuadro 17 y 7A) determinan diferencias significativas al 5 % para las semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B), mientras que

los híbridos (factor A) y la interacción híbridos-semillas sometidas a diferentes tratamientos no presentan diferencias significativas.

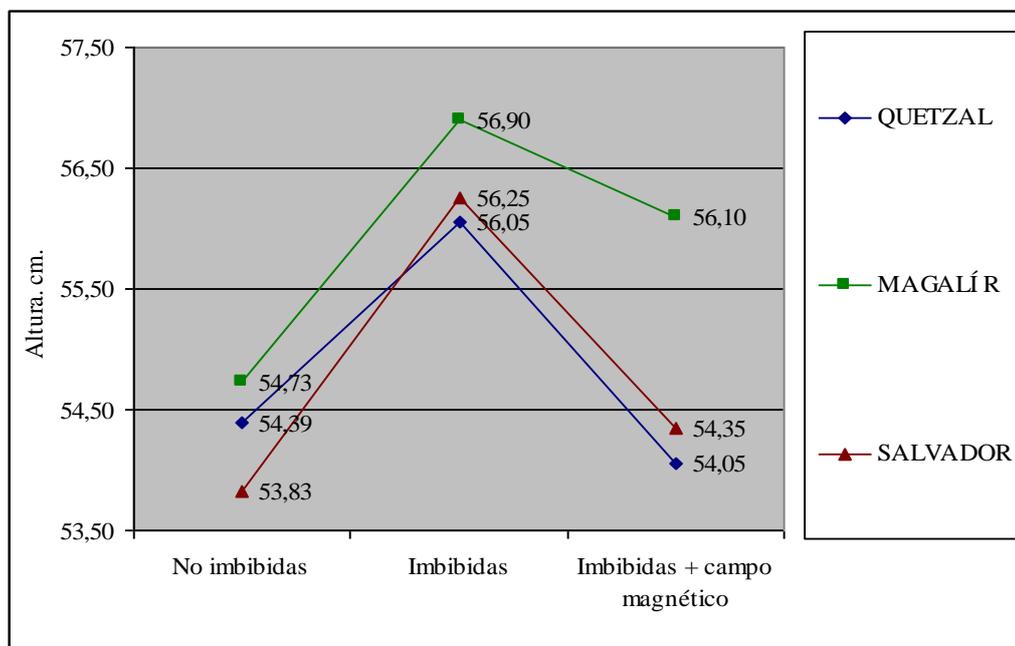


Figura 10. Promedios de altura de plantas a los 60 días, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cm. Río Verde. 2006

La media general se ubica en 55,18 cm y el coeficiente de variación es 3,51 %.

Cuadro 17. Resumen del análisis de varianza, altura de plantas a los 60 días, cm.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	NS
Tratamientos (B)	*
Interacción (A x B)	NS

NS = No significativo.

* = Significativo al 5 %.

En cuanto al Factor B, semillas sometidas a diferentes tratamientos (cuadro 18), la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % (cuadro 8A) determina dos grupos

estadísticos: imbibidas e imbibidas + campo magnético son iguales con 56,40 cm y 54,83 cm; sin embargo esta última también es igual a las no imbibidas que obtuvo el menor promedio 54,32 cm.

Cuadro 18. Promedio altura de planta, factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos) a los 60 días, cm.

Factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos)	Medias
Imbibidas	56.40 a
Imbibidas + campo magnético	54.83 ab
No imbibidas	54.32 b

4.1.2.2 Número frutos comerciales por planta

En el cuadro 19 y 9A, se detalla el número de frutos comerciales por planta en cinco cosechas. Así, 13,20 frutos es para Magali R, 14,15 para Quetzal y 15,42 para Salvador. En relación al factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), los resultados señalan 12,86 frutos para no imbibidas, 14,70 frutos para las imbibidas + campo magnético y el mayor promedio corresponde a imbibidas con 15,20 frutos, existiendo una diferencia de 2,34 frutos.

En la interacción híbridos (factor A)-semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B), (figura 11) el mayor número de frutos corresponde a Salvador – imbibidas con 16,53 frutos y el menor a Quetzal – no imbibidas con 12,56 frutos.

El análisis de la varianza (cuadro 20 y 10A) determinó que en los híbridos (factor A) y en las semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B) hay diferencia significativa al 5 %, mientras que la interacción híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos no presenta diferencia significativa al 5 %.

La media general se ubica en 14,26 frutos por plantas y el coeficiente de variación 7,02 %.

Cuadro 19. Promedio número de frutos comerciales por planta, cinco cosechas.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	12,56	14,84	15,05	14,15
Magali R	12,57	14,23	12,79	13,20
Salvador	13,44	16,53	16,29	15,42
Promedios Factor B	12,86	15,20	14,71	14,26

C.V. 7,02 %

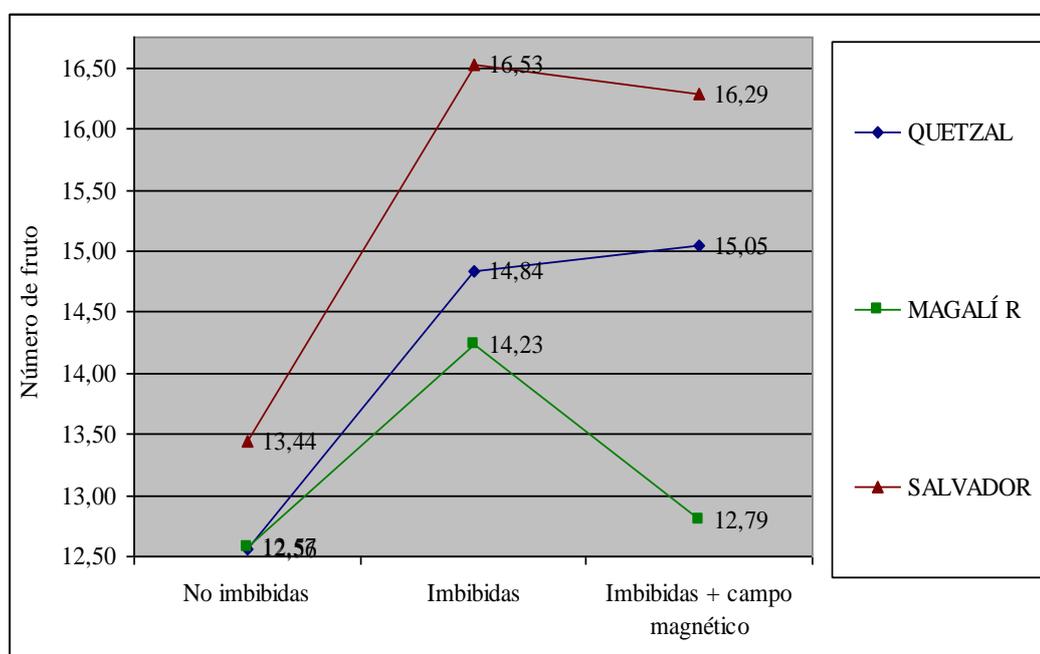


Figura 11. Promedios número de frutos comerciales por planta, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas. Río Verde. 2006

Cuadro 20. Resumen del análisis de varianza, número de frutos comerciales por planta, cinco cosechas.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	*
Tratamientos (B)	*
Interacción (A x B)	NS

NS = No significativo.

* = Significativo al 5 %.

El cuadro 21 analiza el número de frutos comerciales por planta en cinco cosechas para el factor A; según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (cuadro 11A) en este parámetro los tres híbridos son diferentes

Cuadro 21. Promedio número de frutos comerciales por planta, factor A (híbridos), cinco cosechas.

Factor A (Híbridos)	Medias
Salvador	15,42 a
Quetzal	14,15 b
Magali R	13,20 c

En cuanto al factor B (cuadro 22), según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (cuadro 11A) existen dos grupos estadísticos: existe igualdad en semillas imbibidas e imbibidas + campo magnético con 15,20 frutos y 14,71 respectivamente; mientras que las no imbibidas con 12,86 frutos es diferente a las anteriores.

Cuadro 22. Promedio número de frutos comerciales por planta, factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), cinco cosechas.

Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)	Medias
Imbibidas	15,20 a
Imbibidas + campo magnético	14,71 a
No imbibidas	12,86 b

4.1.2.3 Longitud del fruto, cinco cosechas

En el cuadro 23 y 12A, se describen los promedios de longitud del fruto expresados en centímetros.

En el factor A híbridos, los promedios alcanzados son 10,68 cm para el Quetzal, 10,84 cm en Magali R y 10,99 cm para Salvador.

Cuadro 23. Promedio longitud del fruto, cinco cosechas, cm.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	10,64	10,75	10,65	10,68
Magali R	10,58	11,28	10,66	10,84
Salvador	11,68	10,99	10,92	10,99
Promedios				
Factor B	10,76	11,01	10,74	10,84

C.V. 2,68 %

Para el factor B, semillas sometidas a diferentes tratamientos, los promedios fueron 10,74 cm para imbibidas + campo magnético, 10,76 cm para las no

imbibidas y 11,01 cm para las imbibidas; entre el mayor y el menor valor existe una diferencia de 0,26 cm.

En la interacción híbrido – factor B (figura 12) el mayor valor es 11,68 cm que corresponde a Salvador – no imbibidas y el valor menor 10,58 cm a Magali R – no imbibidas.

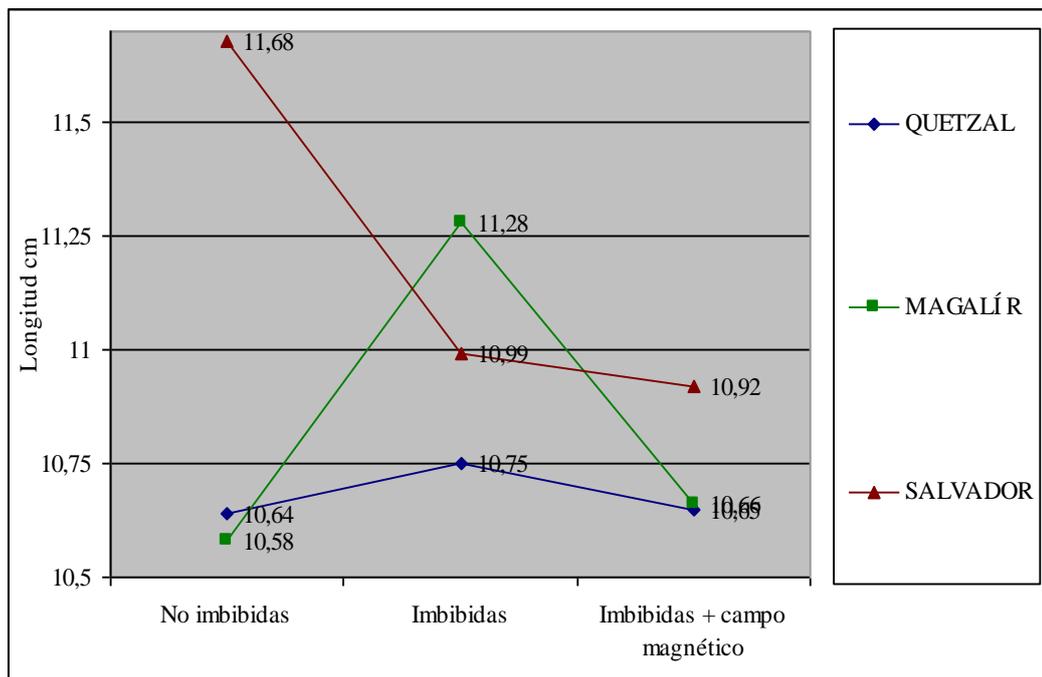


Figura 12. Promedios longitud del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas, cm. Río Verde. 2006.

El análisis de la varianza (cuadro 24 y 13A) determina diferencia significativa al 5% para los híbridos (factor A), mientras que en semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B) y en la interacción híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos sus medias son iguales al mismo nivel de significancia.

La media general se ubica en 10,84 cm y el coeficiente de variación es 2,68 %.

En cuanto al Factor A, híbridos (cuadro 25) la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % (cuadro 14A), detalla dos grupos estadísticos: los híbridos Salvador y Magali R son iguales con 10,99 cm y 10,84 cm respectivamente, sin embargo esta última también es igual al híbrido Quetzal que obtuvo el menor promedio 10,68 cm.

Cuadro 24. Resumen del análisis de varianza, longitud del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	*
Tratamientos (B)	NS
Interacción (A x B)	NS

NS = No significativo.

* = Significativo al 5 %.

Cuadro 25. Promedio híbridos (factor A), longitud del fruto, cinco cosechas, cm.

Factor A (Híbridos)	Medias
Salvador	10,99 a
Magali R	10,84 ab
Quetzal	10,68 b

4.1.2.4 Diámetro del fruto, cinco cosechas

En el cuadro 26 y 15A, se describen los promedios del diámetro de los frutos expresados en centímetros. Para el factor A, híbridos los resultados señalan 6,62 cm para Magali R, 6,66 cm para Salvador y 6,69 cm para Quetzal.

En lo referente al factor B, semillas sometidas a diferentes tratamientos registraron los siguientes valores: 6,63 cm para las imbibidas, 6,65 cm imbibidas + campo magnético y 6,69 cm para no imbibidas.

Cuadro 26. Promedio diámetro del fruto, cinco cosechas, cm.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	6,71	6,66	6,71	6,69
Magali R	6,57	6,58	6,71	6,62
Salvador	6,69	6,64	6,65	6,66
Promedios Factor B	6,65	6,63	6,69	6,65

C.V. 1,67 %

En la interacción híbridos (factor A) – semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B), (figura 13) el mayor promedio de diámetro es 6,71 cm que corresponden a Quetzal – no imbibidas, Quetzal – imbibidas + campo magnético y Magali R – imbibidas + campo magnético y el menor valor 6,57 cm a Magali R – no imbibidas.

El análisis de la varianza (cuadro 27 y 16A) determinó que en los híbridos (factor A), en semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B) y en la interacción híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos no hay diferencias significativas al 5 %.

La media general es 6,65 cm y el coeficiente de variación 1,67 %.

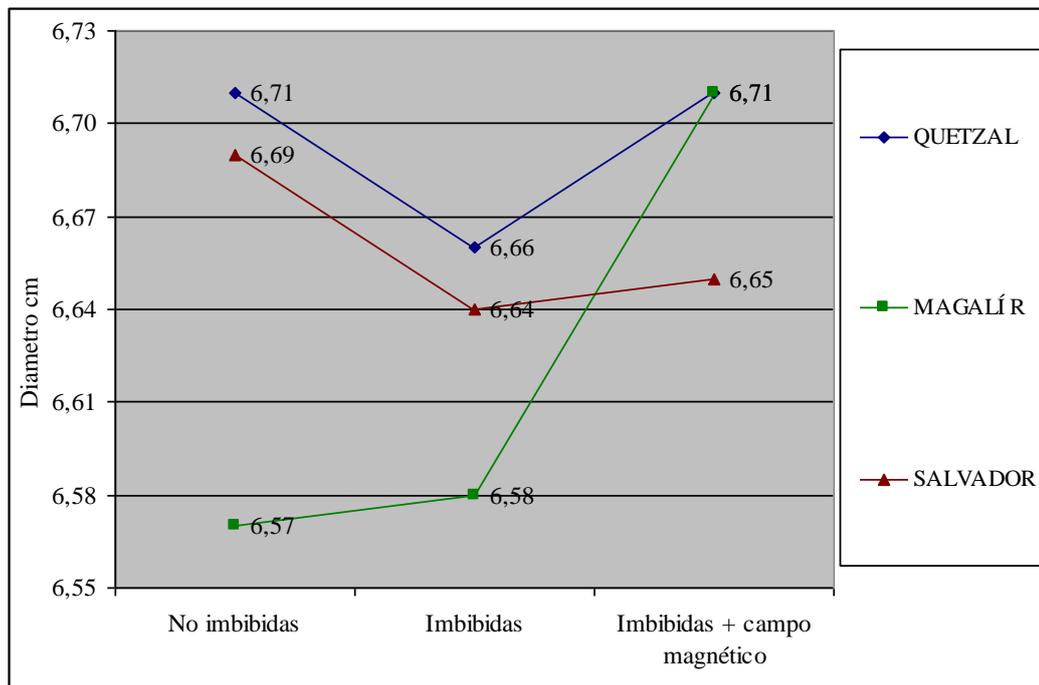


Figura 13. Promedios diámetro del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas, cm. Río Verde. 2006.

Cuadro 27. Resumen del análisis de varianza, diámetro del fruto, cinco cosechas, cm.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	NS
Tratamientos (B)	NS
Interacción (A x B)	NS

NS= No significativo.

4.1.2.5 Peso del fruto, cinco cosechas

En el cuadro 28 y 17A, se describen los promedios del peso de los frutos expresados en gramos.

En los híbridos (factor A), los promedios resultantes son 110,26 g para Magali R, 111,84 g para Quetzal y 112,61 g para Salvador. En cuanto a semillas sometidas a

diferentes tratamientos (factor B) los valores fueron; 109,06 g para no imbibidas, 112,77 g para imbibidas + campo magnético y 112,87 g para las imbibidas.

Cuadro 28. Promedio peso del fruto, cinco cosechas, g.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	109,08	112,24	114,20	111,84
Magali R	108,03	112,20	110,55	110,26
Salvador	110,08	114,17	113,58	112,61
Promedios Factor B	109,06	112,87	112,77	111,57

C.V. 3,08 %

En la interacción híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos (figura 14) el mayor promedio de peso es 114,20 g correspondiente a Quetzal – imbibidas + campo magnético y el menor valor a Magali R – no imbibidas con 108,03 g.

El análisis de la varianza (cuadro 29 y 18A) determinó que en las semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B) existe diferencia significativa al 5 %. En los híbridos (factor A) y en la interacción híbrido – tratamientos no hay diferencias significativas.

La media general es 111,57 g y el coeficiente de variación 3,08 %.

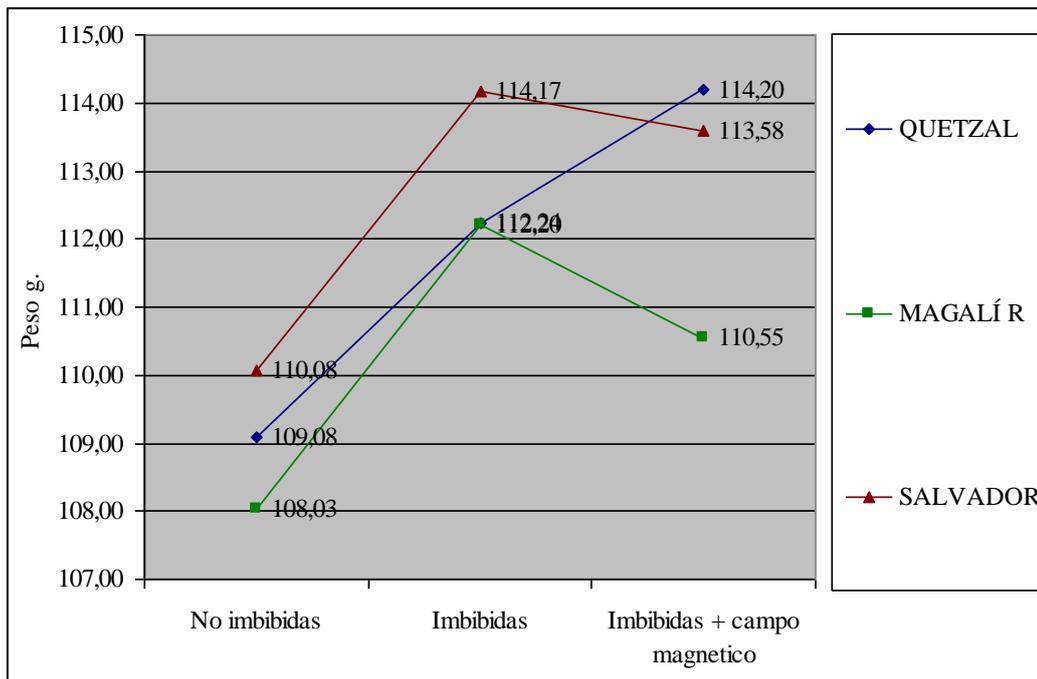


Figura 14. Promedios peso del fruto, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, cinco cosechas, g. Río Verde. 2006.

Cuadro 29. Resumen del análisis de varianza, peso del fruto, cinco cosechas,

g.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	NS
Tratamientos (B)	*
Interacción (A x B)	NS

NS= No significativo.

*= Diferencia significativa

El cuadro 30 analiza el peso de los frutos en cinco cosechas para el factor B. La Prueba de Rango Múltiple de Duncan (cuadro 19A) determina para el factor B dos grupos estadísticos: existe igualdad en semillas imbibidas e imbibidas + campo magnético con 112,87 g y 112,77 g respectivamente; mientras que las no imbibidas con 109,06 g es diferente a las anteriores.

Cuadro 30. Promedios peso del fruto factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), cinco cosechas, g.

Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)	Medias
Imbibición	112,87 a
Imbibición + campo magnético	112,77 a
No imbibidas	109,06 b

4.1.2.6 Rendimiento por hectárea

Los cuadros 31 y 20A, indican los promedios rendimiento por hectárea, expresados en toneladas, ajustados al 80 % considerando el efecto que causan las aguas de riego altamente salinas.

Cuadro 31. Promedio rendimiento por hectárea. Toneladas.

Factor A (Híbridos)	Factor B (Semillas sometidas a diferentes tratamientos)			Promedios Factor A
	No imbibidas	Imbibidas	Imbibidas + campo magnético.	
Quetzal	27,40	33,33	34,41	31,71
Magali R	27,16	31,93	28,30	29,13
Salvador	29,61	37,74	37,00	34,78
Promedios Factor B	28,06	34,33	33,23	31,87

C.V. 8,16 %

En los híbridos (factor A), los resultados fueron 29,71 toneladas para Magali R, 31,71 toneladas para Quetzal y 34,78 toneladas en Salvador. En las semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B), los promedios obtenidos son 28,06

toneladas para semillas no imbibidas, 33,23 toneladas para imbibidas + campo magnético y 34,33 toneladas para semillas imbibidas.

En la interacción híbrido (factor A) – semillas sometidas a diferentes tratamientos (factor B) (figura 15) el mayor rendimiento es 37,74 toneladas que corresponde a Salvador –imbibidas y el menor rendimiento corresponde a Magali R – no imbibidas con 27,16 toneladas.

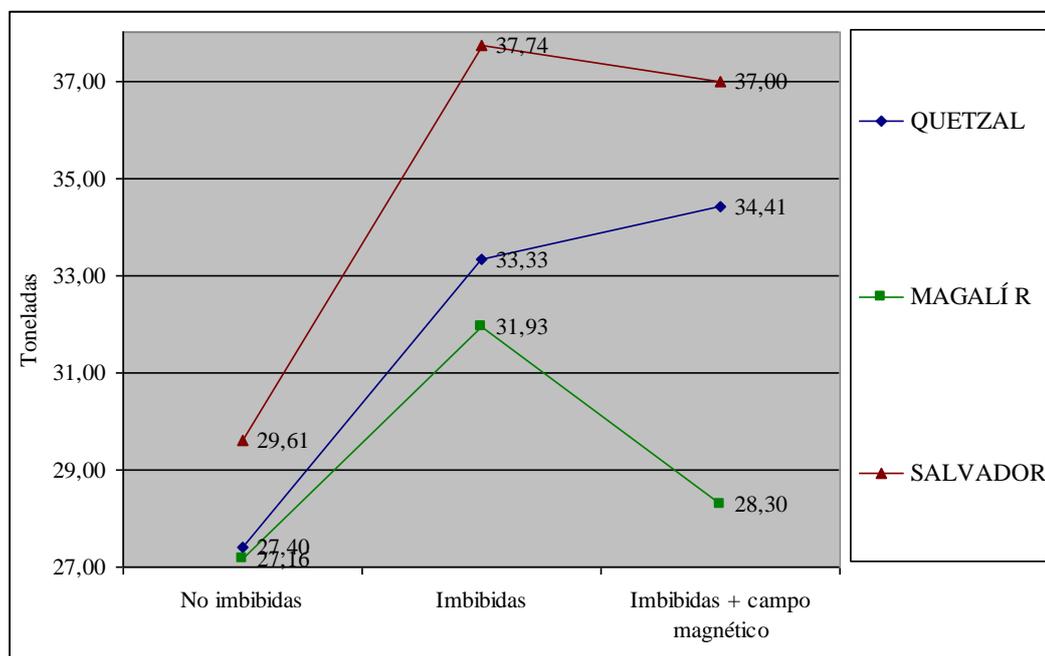


Figura 15. Promedios rendimiento por ha, híbridos – semillas sometidas a diferentes tratamientos, en toneladas. Río Verde. 2006.

La media general se ubica en 31,87 toneladas/ha y el coeficiente de variación es 8,16 %.

El análisis de la varianza (cuadros 32 y 21A) determinó que en el factor A (híbridos) y en el factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos) existe significancia al 5 %, y en la interacción híbrido – semillas sometidas a diferentes tratamientos no hay diferencia.

Cuadro 32. Resumen del análisis de varianza, rendimiento por hectárea, toneladas.

Fuentes de variación	Niveles de significancia
Híbridos (A)	*
Tratamientos (B)	*
Interacción (A x B)	NS

NS = No significativo.

* = Significativo al 5 %

Según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (cuadro 22A) en el factor A (cuadro 33) todos los híbridos son diferentes.

Cuadro 33. Promedio rendimiento por hectárea. Factor A (híbridos). Toneladas.

Factor A (Híbridos)	Medias
Salvador	34,78 a
Quetzal	31,71 b
Magali R	29,13 c

El cuadro 34 analiza el rendimiento por ha, en toneladas para el factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos). Según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (cuadro 22A) en este parámetro hay dos grupos estadísticos: existe igualdad en imbibidas con 34,33 toneladas e imbibidas + campo magnético con 33,23 toneladas, mientras que no imbibidas con 28,06 toneladas es diferente a las anteriores.

Cuadro 34. Promedio rendimiento por hectárea. Factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos). Toneladas.

Factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos)	Medias
Imbibidas	34,33 a
Imbibidas + campo magnético	33,23 a
No imbibidas	28,06 b

4.1.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico comprende los costos de producción, los costos financieros (12 %), rendimiento (ajustado al 80 %), ingresos y relación beneficio costo.

El cuadro 35 detalla los costos de producción de los diferentes tratamientos expresados en dólares. Los costos más altos corresponden a T4, T5, T6 (híbrido Magali R) * con \$ 2 994,79, con relación al resto de los tratamientos (T1, T2, T3, T7, T8, T9) que alcanzan el costo total de \$ 2 724,79.

El mismo cuadro y la figura 16 detallan los ingresos en dólares de los diferentes tratamientos, a un precio promedio de venta \$ 0,20/kilogramo. El T8 (Salvador - imbibidas) registró el mayor ingreso con \$ 7 400,00 y el T4 (Magali R – no imbibidas) con \$ 5 432,00 el más bajo.

Igualmente, el cuadro 35 y figura 17 señalan la relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos, el mayor índice lo registró el T8 (Salvador - imbibidas) con 2,77 y el menor correspondió al T4 (Magali R – no imbibidas) con 1,81.

* El análisis económico desprecia los costos incurridos en el proceso de imbibición e imbibición más campo magnético, ya que sus rubros son insignificantes. Considera en cambio, como costo que varían los valores de cada uno de los materiales de siembra.

Cuadro 35. Análisis económico.

Tratamiento	Costo de Producción *	Costo de semillas **	Subtotal	Costo financiero 12% ***	Costo total \$	Rendimiento ha	Rendimiento ****	Ingresos *****	Relación B/C
T1 Quetzal no imbibidas	1.772,95	750,00	2.522,95	201,84	2.724,79	34250,00	27400,00	5.480,00	2,01
T2 Quetzal imbibidas 24 h.	1.772,95	750,00	2.522,95	201,84	2.724,79	41662,50	33330,00	6.666,00	2,45
T3 Quetzal imbibidas + campo magnético	1.772,95	750,00	2.522,95	201,84	2.724,79	43012,50	34410,00	6.882,00	2,53
T4 Magali R no imbibidas	1.772,95	1000,00	2.772,95	221,84	2994,79	33950,00	27160,00	5.432,00	1,81
T5 Magali R imbibidas 24 h.	1.772,95	1000,00	2.772,95	221,84	2994,79	39912,50	31930,00	6.386,00	2,13
T6 Magali R imbibidas + Campo magnético	1.772,95	1000,00	2.772,95	221,84	2994,79	35375,00	28300,00	5.660,00	1,89
T7 Salvador no imbibidas	1.772,95	750,00	2.522,95	201,84	2.724,79	37012,50	29610,00	5.922,00	2,17
T8 Salvador imbibidas 24 h.	1.772,95	750,00	2.522,95	201,84	2.724,79	47175,00	37740,00	7.548,00	2,77
T9 Salvador imbibidas + Campo magnético	1.772,95	750,00	2.522,95	201,84	2.724,79	46250,00	37000,00	7.400,00	2,72

* Costo de producción parcial sin semillas. Detalle en cuadro 23A.

** No se toma en cuenta procesos de imbibición e imbibición más campo magnético. Detalle en cuadro 24A

*** Calculado a 8 meses.

**** Rendimiento ajustado al 80 %.

***** Se asume el precio de venta a nivel de finca USD 0.20 el kilogramo

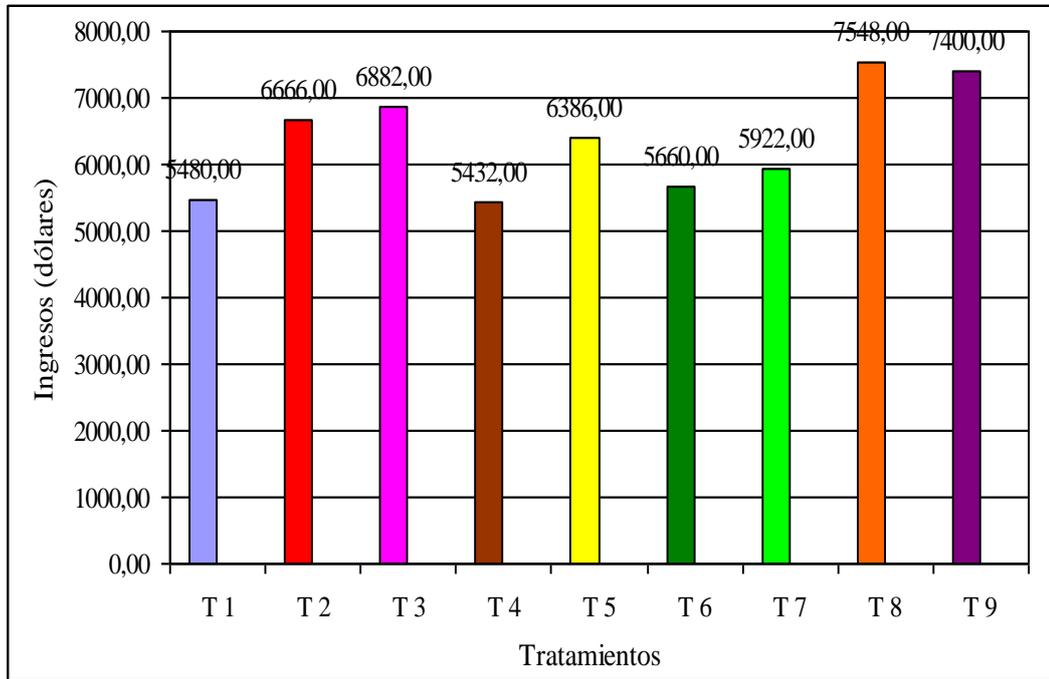


Figura 16. Ingresos por hectárea, de los diferentes tratamientos, dólares.

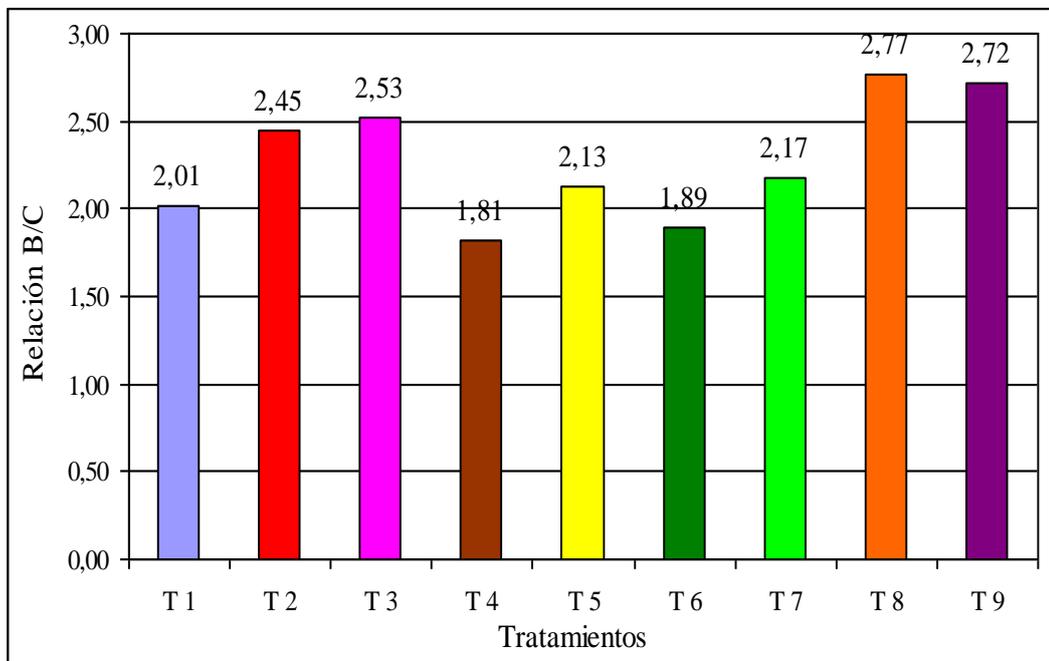


Figura 17. Relación beneficio/costo de los diferentes tratamientos.

4.2 DISCUSIÓN

El experimento se realizó durante los meses de octubre 2005 a abril 2006, con temperatura promedio 24 °C, humedad relativa 83 %, heliofanía 6 – 9 horas, evapotranspiración 2 – 4 % y precipitación 110 mm en época lluviosa; suelo franco – arcillo – arenoso, pH 6,7, buen drenaje. Los parámetros mencionados se sitúan dentro de los rangos sugeridos por TORRES SERRANO CX. (2002) e INFOAGRO (2003), quienes manifiestan que los suelos francos, sueltos, con pH de 6,0 a 7,5 y temperaturas 20 – 25 °C son los más adecuados para el desarrollo del cultivo (pág 7, 8).

El T50 en todos los híbridos ocurrió en menos de 2 horas (figura 7). De igual forma, después de las 24 horas el incremento de peso es despreciable (cuadro 1A). El incremento de peso de las semillas en las primeras horas coincide con LIRA SALDÍVAR R. (1994) quien afirma que la imbibición esta estrechamente ligada con la absorción de agua bajo ciertas circunstancias (pág 15) y con PEARL SOLOMON E. *et al* (1998), quienes manifiestan que cuando una semilla se embebe de agua a menudo se hincha, hasta alcanzar varias veces su tamaño original (pág 14 y 15).

El análisis estadístico de los resultados experimentales, permite concluir que para la variable altura de planta a los 20 y 40 días, no hay diferencia significativa en los híbridos (factor A), así como también en el factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos). Según el análisis de la varianza a los 60 días todos los híbridos (factor A) tienen medias poblacionales iguales; los valores 54,83 cm para Quetzal y 54,81 cm para Salvador se acercan a los alcanzados por CERÓN BENALCAZAR EL. y VEINTIMILLA BACILIO VM. (2005), FIGUEROA SUÁREZ MA. y RAMIREZ GONZALEZ GJ. (2005), YANEZ ROGEL LF. (2002) (pág 12) y LITUMA CALLE JM. (2005) (pág 13). En esta misma variable, para el factor B existen dos grupos estadísticos: las semillas imbibidas alcanzaron el mayor promedio (56,40 cm) formando un grupo estadísticos con las semillas

imbibidas + campo magnético (54,83 cm). El menor valor lo obtuvo las semillas no imbibidas (54,32 cm), a pesar de que éste forma otro grupo estadístico con las semillas imbibidas + campo magnético. Esta diferencia seguramente se debe a la imbibición, la misma que acelera una secuencia de cambios metabólicos que influyen en la división y alargamiento celular, tal como lo señala la UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, ESPAÑA (2003, en línea) (pág 17). Al mismo tiempo confirma lo señalado por BLAKE G. (s. f., en línea), quien manifiesta que la exposición de semillas al campo magnético ayuda en el brote y el crecimiento acelerado de las plantas (pág 22).

En cuanto al número de frutos por planta es necesario resaltar que los tres híbridos (factor A) superan a los resultados alcanzados por otros investigadores a excepción de CARRANZA CEDEÑO RV. (2003), que investigando el efecto de la materia orgánica sobre la susceptibilidad del híbrido Quetzal a la mosca blanca, obtuvo 16,9 frutos por planta (pág 13). En el factor B las semillas imbibidas y las semillas imbibidas + campo magnético forman un grupo estadístico, diferente a las semillas no imbibidas. Sus promedios superan a los de otros investigadores a excepción de CARRANZA CEDEÑO RV. (2003); esta tendencia confirma la influencia de la imbibición y de imbibición más campo magnético en los diferentes procesos fisiológicos.

Los promedios de longitud y diámetro del fruto (tanto en el factor A, como en el factor B), se acercan a los obtenidos en otras investigaciones pero muy por debajo a lo señalado por las casas comerciales. Esto ocurre, seguramente debido a la salinidad del agua, la misma que provoca una disminución del tamaño de la planta, que adopta formas achaparradas, disminuye la producción de frutos e incluso la muerte cuando esta supera los rangos permitidos, según manifiesta la FACULTAD DE CIENCIA DE ESPAÑA (2004, en línea). Además, MEDINA J. (2000) menciona que el agua contiene una serie de sales que son aportadas al terreno mediante riego y pasan a la solución del suelo, dificultando la absorción

de los nutrientes por las raíces, limitando el crecimiento de las plantas y consecuentemente disminuye la productividad (pág 29, 32).

En cuanto al peso de los frutos, entre los híbridos (factor A) no hay diferencia significativa. En el factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos) el peso de las semillas imbibidas y semilla imbibidas + campo magnético superan a las semillas no imbibidas. Esta misma tendencia lo obtuvo BASTITAS MEJÍAS S., *et al* (2001) quién investigando el efecto de la imbibición de semillas más el bioestimulante DI-5 utilizando la variedad de pimiento Medalla de Oro alcanzó 180 g como peso promedio del fruto frente al testigo 130 g (semillas no imbibidas, pág 17).

En cuanto al rendimiento, el análisis estadístico señala que cada uno de los híbridos es diferente; seguramente esta diferencia se debe a la expresión genética de cada uno de los cultivares. En el factor B el rendimiento de semillas sometidas a diferentes tratamientos confirman que una tecnología tan sencilla como imbibir semillas puede repercutir en el rendimiento, tal como lo asevera BASTITAS MEJÍAS S., *et al* (2001) quien, con semillas imbibidas más un bioestimulante DI-5 con el cultivar Medalla de Oro, obtuvo 50,4 t/ha y en las no imbibidas 25,73 t/ha.

Los rendimientos en el factor A (híbridos), como en el factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos) presentan diferencias significativas, lo que permite rechazar la hipótesis planteada. Los resultados de la presente investigación se podrían considerar satisfactorios dadas las condiciones adversas de Río Verde en lo referente a la calidad del agua. Lo más notorio del experimento, es que la imbibición de semillas y la imbibición de semillas sometidas a un campo magnético repercuten en diferentes parámetros agronómicos tal como señala ISAAC ALEMÁN E., FUNG BOIX Y. y FERRER DUBOIS A. (2004), quien manifiesta que estos procesos producen una variedad de efectos, demostrando una acción positiva en el crecimiento y

desarrollo de las plantas, causando cambios morfológicos y fisiológicos en muchas especies de interés económico incrementando la calidad y elevando los rendimientos en sistemas productivos (pág 27).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el experimento se llega a las siguientes conclusiones:

1. El proceso de imbibición, aumenta el volumen de las semillas y por lo tanto el T50 en períodos muy cortos.
2. La imbibición de semillas y el sometimiento de semillas imbibidas a campo magnético son alternativas sencillas y económicas que se pueden usar en los procesos productivos.
3. La imbibición y el campo magnético son tecnologías que no producen contaminación del agua, aire y suelo, por lo que, los productos de las plantas que se expongan a estos efectos pueden ser consumidos sin ninguna restricción.
4. Según la Prueba de Duncan, todos los híbridos (factor A) son diferentes en cuanto al número de frutos comerciales por planta y rendimiento seguramente debido a las cualidades genéticas de cada cultivar.
5. La imbibición y la imbibición más campo magnético expresa claramente su influencia en el número de frutos comerciales por planta, en el peso del fruto y por lo tanto en el rendimiento. Esto demuestra que sencillas tecnologías, sin tratar de profundizar en conocimientos teóricos, pueden tener efectos significativos en la producción.
6. Todos los tratamientos tienen una relación beneficio/costo que permite el retorno de las inversiones. Sin embargo es necesario recalcar que en todos los cultivares la relación beneficio/costo es superior en los tratamientos cuyas semillas fueron sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético.

RECOMENDACIONES

Los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo investigativo, en el campo experimental Río Verde, permiten recomendar:

1. Aplicar imbibición en semillas de pimiento y someter semillas imbibidas a un campo magnético, como técnicas “sin costo” y amigables, para mejorar los procesos fisiológicos de las plantas.
2. Evaluar el comportamiento agronómico de otros híbridos de pimiento en la misma época y otros meses del año, sometiendo las semillas a imbibición e imbibición más campo magnético.
3. Repetir el experimento utilizando los mismos cultivares en otras zonas de la Península donde el agua no sea salina.
4. Cultivar el híbrido Salvador con semillas sometidas a imbibición y realizar nuevas investigaciones en otras zonas productoras, para validar los resultados obtenidos.
5. Aplicar imbibición y campo magnético en semillas de otras especies con el fin de evaluar su comportamiento.
6. Que la Universidad adquiera circuitos de electroimán (campo magnético) de diferente intensidad e investigar el comportamiento agronómico de diferentes cultivares utilizando agua magnetizada.

BIBLIOGRAFÍA

AGRIPA. Sin fecha. El magnetismo en agricultura. en línea. Consultada el 20 nov 2005. Disponible en <http://www.mundi.com/agrispa3.html>

ALDANA ALFONSO HM. 2001. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción Agrícola 2. 2 ed. Bogotá. CO. Panamericana formas e impresos. p. 304 - 306.

BALMORI A. 2004. ¿Pueden afectar las microondas pulsadas emitidas por las antenas de telefonía a los árboles y otros vegetales?. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. Ecosistemas. en línea. Consultado el 25 jun 2006. Disponible en www.revistaecosistemas.net/index_frame.asp?pagina=http%3A/www.revistasecosistemas.net/articulo.asp%3FId%3D29%26Id_Categoria%3D1%26tipo%3Dotros_contenidos.

BASTITAS MEJÍAS S., *et al* (2001). Alternativas agroecológicas en la producción de hortalizas en las condiciones semiáridas del sur de Guantánamo. Centro universitario de Guantánamo, facultad agroforestal de Montaña. La Habana. Folleto divulgativo. 20 p.

BLAKE G. Sin fecha. Efectos físicos y biológicos de imanes. en línea. Consultado el 12 jun 2006. Disponible en www.indiangyan.com/books/art_Magnetic_healing/index.

CARRANZA CEDEÑO RV. 2003. Efecto de la materia orgánica fermentada sobre la susceptibilidad de 12 cultivares de pimiento (*Capsicum annuum L*) a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en la zona de la Concordia. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. EC. Universidad Agraria del Ecuador. p. 28 – 30.

CARRILLO CASTAÑEDA, G. y OTINIANO VILLANUEVA JR. 2005. Electromagnetism improves germination and vigor of tomato and carrot seedling. *Tecnología Química* 22: 2 – 15. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. México.

CERÓN BENALCAZAR EL. y VEINTIMILLA BENALCAZAR VM. 2005. Evaluación de la interacción de la fertilización mineral con cuatro fuentes de abonos orgánicos líquidos en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annum L*) en la zona de Río Verde, cantón Santa Elena, Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. La libertad, EC. Universidad estatal Península de Santa Elena. 95 p.

CHINA LIGH INDUSTRY MACHINERY ASSOCIATION. 2005. Tratamiento magnético de las semillas. en línea. Consultada el 26 jun 2006. Disponible en www.clima.org.cn/english_news_html-articles-climaproduct-514.

DAZA P., SP. 1997. Monografías.com. Magnetismo. en línea. Consultado el 15 may 2006. Disponible en www.monografias.com.trabajos12/magne/magne.shtm.

DORRONSORO C. Sin fecha. Contaminación por sales solubles. en línea. Consultado el 2 de jun 2006. Disponible en <http://edafologia.ugr.es/conta/tema12/concep.htm>

ECOAGUA. Sin fecha. Polaridad del agua. en línea. Consultado el 15 ene 2007. Disponible en http://educasitios.educ.ag/grupo_068/.

ERGONOMISTA. 2005. Fisiología vegetal. Estrés salino. Efectos sobre la fisiología de las plantas. en línea. Consultado el 2 jun 2006. Disponible en www.elergonomista.com/fisiologiavegetal/salino.htm.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL, COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO

GUAYAS CEDEGE, UNIVERSIDAD DE FLORIDA. 2004. Estudio del Potencial Agroindustrial y exportador de la Península de Santa Elena y de los recursos necesarios para su implantación. Disco compacto.

FACULTAD DE CIENCIA. ESPAÑA. 2004. Área de edafología y química agrícola. Gestión y conservación del suelo. Degradación del suelo. en línea. Consultado el 25 jun 2006. Disponible en <http://www.unex.es/edafo/GCSP/GC SL3DQSali Efectos.htm>

FERTIBERIA. 2004. Suelos salinos. en línea. Consultado el 12 ene 2006. Disponible en www.fertiberia.com/servicios_on.line/analisis_detierra/suelos salinos/suelos salinos.html.

FEDENERG. CUBA. 2006. Portal cubano de la red del SNIE. Beneficia el agua magnetizada a plántulas de Pinus tropicales. en línea. Consultado el 12 dic 2006. Disponible en <http://www.energia.inf.cu/noticias/2006-mayo.html>

FIGUEROA SUÁREZ MA. y RAMIREZ GONZÁLEZ GJ. 2005. Evaluación de varias dosis de nitrógeno en el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L*) híbrido Quetzal en la zona de Sinchal, Cantón Santa Elena, Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. La libertad, EC. Universidad estatal Península de Santa Elena. 81p.

FUENTES JL. 2002. El suelo y los fertilizantes. Madrid, Mundi-Prensa. p. 86 -87.

FUNDACIÓN EROSKI. ESPAÑA. Sin fecha. Guía práctica. Hortalizas y verduras. Pimiento. en línea. Consultado el 15 ago 2006. Disponible en <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/pimiento/intro.php>

HERNANDEZ GIL R. 2001. Libro botánica on line. Relaciones hídricas de plantas. Imbibición. en línea. Consultada el 14 jun 2006. Disponible en <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/relahid/>

HERVÁS HERMIDA A. y MOLINA CASINO MA. 2005. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Departamento de Química y Análisis Agrícola. La activación-vitalización del agua: una aproximación desde la perspectiva científica. En línea. Consultado el 20 may 2006. Disponible en www.sierradelagua.org/la/ecologia/del/agu

INFOAGRO. 2003. El cultivo de pimiento. en línea. Consultado el 24 may 2004. Disponible en <http://.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>.

ISAAC ALEMÁN E., FUNG BOIX Y. y FERRER DUBOIS A. CUBA. 2004. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Agua tratada magnéticamente: una alternativa para los sistemas de riego de casas de adaptación en la Biofábrica de Santiago de Cuba. en línea. Consultado el 12 dic 2006. Disponible en http://www.uo.edu.cu/fac/fim/Web_ceefe/Web%20ceefe/CIEMA05/EventoPDF/ElizabethIsaac.pdf

JESÚS MORALES MF. 2005. Inforjardín.com. Pimiento (*Capsicum annuum*). en línea. Consultado el 5 jun 2005. Disponible en <http://www.infojardin.com/huertos/fichas/pimiento.htm>.

LIRA SALDÍVAR RH. 1994. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narra. Fisiología vegetal. México. Trillas. p. 78 – 79.

LITUMA CALLE JM. 2005. Efecto de los nemátocidas nemanen, econem, nematron y NET-X; sobre *Meloidogyne incógnita* en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L*), en la zona de milagro, Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. EC. Universidad Agraria del Ecuador. p. 26 – 34

MAYA J. 2002. Riego localizado y fertirrigación. Madrid, Mundi – Prensa. p. 96 – 97.

MEDINA J. 2000. Riego por goteo. 4 ed. Madrid, Mundi – Prensa. p. 170 – 176.

MORENO VALENCIA A., RIBAS ELCOROBARRUTIA F. y CABELLO CABELLO MJ. 2004. El cultivo de pimiento. Extracto de la revista agricultura. en línea. Consultado el 6 jun 2006. Disponible en http://www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/abonado_cultivos/cult_pimiento.html

MOROTO BORREGO JV., PASCUAL ESPAÑA B. y BORREGO PITARCH V. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Madrid, Mundi – Prensa. 576 p.

OMEGA.ILCE.EDU.MX. Sin fecha. Despertando una vez más. en línea. Consultado el 10 may 2006. Disponible en http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/sec_6.hm

PEARL SOLOMON E., BERG LR., MARTIN DW. y VILLEE C. 1998. Biología de ville. Trad. R. PALACIOS MARTINEZ. 4 ed. México. Gráficas Anzor. S.A. p. 761.

QUIJADA ROSAS. 1992. Diccionario de la biodiversidad. en línea. Consultada el 14 jun 2006. Disponible en http://attila.inbio.ac.cr:7777/pls/portal30/INBIO_BIODICTIONARY.DYN_WORD_LIST.show?p_arg_names=_show_header&p_arg_values=YES&p_arg_names=pLetra&p_arg_values=i

RINCON DEL VAGO. 1998. Biomagnetismo. en línea. Consultado el 2 jun 2006. Disponible en <http://html.rincondelvago.com/biomagnetismo.html>

RUANO BONILLA S. y SANCHÉZ TRESCASTROS I. 1999. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Barcelona. Océano. p. 627 – 629.

SAKATA SEED SUDAMERICA LTDA. 2006. Catalogo de productos. Hortalizas. Pimiento. en línea. Consultado el 15 junio 2006. Disponible en <http://www.sakata.com.br/index.php?language=&action=catalogo&local=br>.

SALISBURY FB. y ROSS CW. 2000. Fisiología de las plantas. Madrid. ES. Paraninfo Thomsosn Learning. 988 p.

SEMINIS SEED. 2006. Detalle de productos. Hortalizas. Caprika. en línea. Consultado el 20 may 2006. Disponible en http://www.seminis.com.br/products/product_detail.jsp?nouId=HO,C827,P2414.

TECNUN. Sin fecha. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Libro electrónico. En línea. Consultado el 15 feb 2007. Disponible en <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/03atm:hidr/130htm>.

TORRES SERRANO CX. 2002. Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá. Quebecor World. p. 714 - 715.

TURCHI A. 1999. Biblioteca práctica del horticultor. Guía práctica de horticultura. Perú. Ceac. S.A. 236 p.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. 2003. Germinación de semillas. en línea. Consultada el 20 may 2006. Disponible en: http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm

VILLAMIZAR VILLAMIZAR A. 1999. Física mega. Electromagnetismo. Santafé de Bogotá. Panamericana formas e impresos. p. 429 – 438.

VOLKE F. 2005. UNIVERSIDAD FREIBURG. ALEMANIA. The seed biology place. Laboratorio de Gerhard Leubner. Germinación de de semillas. en línea. Consultada el 25 jun 2006. Disponible en <http://www.seedbiology.de/>

germination.asp&prev=/search%3Fq%3Dmagnetic%2Bfields,%2Btomato%2Bseed%2Bgermination%26hl%3Des%26lr%3D

YUSTE PÉREZ MP. 1998. Biblioteca de la Agricultura. Horticultura. 2 ed. Barcelona. ES. Emege industria gráfica. p. 632 – 634.

YÁNEZ ROGEL LF. 2002. Evaluación del efecto fertilizante del biol derivado de tres estiercoles de animales en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum L*), en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. EC. Universidad Agraria del Ecuador. p. 34 – 40.

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

- Cuadro 1A. Incremento de peso cada 2 horas, de los híbridos de pimiento.
- Cuadro 2A. Promedio altura de planta a los 20 días, cm.
- Cuadro 3A. Análisis de la varianza altura de plantas a los 20 días.
- Cuadro 4A. Promedio altura de planta a los 40 días, cm.
- Cuadro 5A. Análisis de la varianza altura de plantas a los 40 días.
- Cuadro 6A. Promedio altura de planta a los 60 días, cm.
- Cuadro 7A. Análisis de la varianza altura de plantas a los 60 días.
- Cuadro 8A. Valor de Duncan, factor B semillas sometidas a diferentes tratamientos, altura de plantas a los 60 días, cm.
- Cuadro 9A. Promedio número de frutos por planta, cinco cosechas.
- Cuadro 10A. Análisis de la varianza número de frutos por planta, cinco cosechas.
- Cuadro 11A. Valor de Duncan, factor A híbrido, número de frutos por planta, cinco cosechas.
- Cuadro 12A. Promedio longitud del fruto, cinco cosechas, cm.
- Cuadro 13A. Análisis de la varianza longitud del fruto, cinco cosechas.
- Cuadro 14A. Valor de Duncan, factor A híbridos, longitud del fruto, cinco cosechas, cm.
- Cuadro 15A. Promedio diámetro del fruto, cm., cinco cosechas.
- Cuadro 16A. Análisis de la varianza diámetro de los frutos.
- Cuadro 17A. Promedio peso de los frutos, g.
- Cuadro 18A. Análisis de la varianza peso de los frutos, g.
- Cuadro 19A. Valor de Duncan, factor B, híbridos, peso del fruto, cinco cosechas, g.
- Cuadro 20A. Promedio rendimiento por Ha. Toneladas.
- Cuadro 21A. Análisis de la varianza, rendimiento por Ha. Toneladas.
- Cuadro 22A. Valor de Duncan, factor A, híbrido, rendimiento t/ha.

- Cuadro 23A. Costo de producción parcial 1 Ha de pimiento. Dólares.
- Cuadro 24A. Costo de semillas, 1 Ha de pimiento. Dólares.
- Cuadro 25A. Análisis de suelo realizado en INIAP – Boliche, enero 2005.
- Cuadro 26A. Análisis de salinidad de extracto de pasta de suelo, INIAP – Boliche, enero 2005
- Cuadro 27A. Análisis físico – químico de agua realizado por AGUAPEN, marzo 2006
- Cuadro 28A. Análisis de agua realizado por INIAP – Boliche, mayo 2005
- Figura 1A Híbridos utilizados para el experimento.
- Figura 2A Conteo y pesaje de semillas para ser sometidas a los diferentes tratamientos.
- Figura 3A Semillas sometidas a imbibición, para determinar el T50
- Figura 4A Semillas sometidas a imbibición y campo magnético.
- Figura 5A Plántulas de pimiento, en el semillero, listo para ser llevado al campo.
- Figura 6A Transplante de pimiento en campo abierto.
- Figura 7A Vista general de parcelas experimentales.
- Figura 8A Medición altura de plantas a los 60 días después del transplante.
- Figura 9A Control manual de malezas.
- Figura 10A Hoyado para aplicación de fertilizantes.
- Figura 11A Fertilización.
- Figura 12A Calibración (longitud, diámetro y peso) de frutos.

Cuadro 1A. Incremento de peso cada 2 horas, de los híbridos de pimiento.

Factor A Híbridos	Peso	Horas																		
	Inicial	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Quetzal	0,38	0,59	0,64	0,66	0,69	0,69	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	0,75	0,76
Magali R.	0,38	0,64	0,68	0,71	0,73	0,75	0,76	0,78	0,77	0,77	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,78	0,79	0,77	0,78
Salvador	0,29	0,51	0,55	0,56	0,58	0,59	0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,59	0,61	0,62	0,60	0,60

Cuadro 2A. Promedio altura de planta a los 20 días, cm.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	10,35	9,68	8,70	9,30	38,03	9,51
	Imbibidas	9,63	9,45	9,00	9,60	37,68	9,42
	Imbibidas + campo magnético	8,80	9,00	9,80	9,50	37,10	9,28
Magalí R	No imbibidas	10,50	8,00	9,15	9,20	36,85	9,21
	Imbibidas	10,55	9,40	9,90	10,10	39,95	9,99
	Imbibidas + campo magnético	8,80	9,70	10,25	10,85	39,60	9,90
Salvador	No imbibidas	9,05	10,05	8,60	8,10	35,80	8,95
	Imbibidas	9,40	10,95	9,55	9,35	39,25	9,81
	Imbibidas + campo magnético	8,80	9,00	9,20	9,80	36,80	9,20

Cuadro 3A. Análisis de la varianza altura de plantas a los 20 días.

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
Repeticiones	3	0,212158	0,070719	0,1351	3,01 NS
Factor A	2	0,958740	0,479370	0,9157	3,40 NS
Factor B	2	1,605957	0,802979	1,5338	3,40 NS
Interacción	4	1,520996	0,380249	0,7263	2,78 NS
Error	24	12,564453	0,523519		
Total	35	16,862305			

C.V. 7,64 %

NS = No significativo.

Cuadro 4A. Promedio altura de planta a los 40 días. cm.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	24,50	25,75	23,30	25,50	99,05	24,76
	Imbibidas	25,30	26,00	24,00	25,60	100,90	25,23
	Imbibidas + campo Magnético	23,65	23,95	26,50	25,40	99,50	24,88
Magalí R	No imbibidas	26,06	24,40	24,80	25,20	100,46	25,12
	Imbibidas	27,80	25,30	25,75	27,00	105,85	26,46
	Imbibidas + campo Magnético	23,70	25,40	27,80	29,05	105,95	26,49
Salvador	No imbibidas	24,55	26,50	24,05	24,05	99,15	24,79
	Imbibidas	24,80	29,10	25,60	25,50	105,00	26,25
	Imbibidas + campo Magnético	23,60	24,60	25,10	26,90	100,20	25,05

Cuadro 5A. Análisis de la varianza altura de plantas a los 40 días.

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
Repeticiones	3	6,773438	2,257813	1,1247	3,01 NS
Factor A	2	6,972656	3,486328	1,7367	3,40 NS
Factor B	2	7,158203	6,579102	1,7829	3,40 NS
Interacción	4	3,103516	0,775879	0,3865	2,78 NS
Error	24	48,179688	2,007487		
Total	35	72,187500			

C.V. 5,57 %

NS = No significativo.

Cuadro 6A. Promedio altura de planta a los 60 días. cm.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	53,90	56,75	52,40	54,50	217,55	54,39
	Imbibidas	55,50	55,60	56,30	56,80	224,20	56,05
	Imbibidas + campo Magnético	52,70	53,30	55,20	55,00	216,20	54,05
Magalí R	No imbibidas	55,62	53,11	55,20	55,00	218,93	54,73
	Imbibidas	59,00	55,50	56,30	56,80	227,60	56,90
	Imbibidas + campo Magnético	52,90	54,70	57,50	59,30	224,40	56,10
Salvador	No imbibidas	54,10	55,60	53,10	52,50	215,30	53,83
	Imbibidas	54,00	60,60	54,80	55,60	225,00	56,25
	Imbibidas + campo Magnético	52,05	53,05	54,60	57,70	217,40	54,35

Cuadro 7A. Análisis de la varianza altura de plantas a los 60 días.

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
Repeticiones	3	10,460938	3,486979	0,9278	3,01 NS
Factor A	2	9,531250	4,765625	1,2681	3,40 NS
Factor B	2	28,273438	14,136719	3,7616	3,40 *
Interacción	4	3,539063	0,884766	0,2354	2,78 NS
Error	24	90,195313	3,758138		
Total	35	142,000000			

C.V. 3,51 %

NS = No significativo.

* = Significativo.

Cuadro 8A. Valores de Duncan, factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), altura de plantas a los 60 días, cm.

	2	3
RMD	2.92	3.07
\bar{Sx}	0.646	0.646
RMS	1.886	1.983

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CME}{bxr}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{3,758138}{3 \times 3}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{3,758138}{9}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{0,4175709}$$

$$S\bar{x} = 0,646$$

Cuadro 9A. Promedio número de frutos por planta, cinco cosechas.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	12,98	11,25	12,51	13,50	50,24	12,56
	Imbibidas	15,87	13,71	16,94	12,83	59,25	14,84
	Imbibidas + campo Magnético	14,70	16,30	15,79	13,40	60,19	15,05
Magalí R	No imbibidas	12,47	12,52	12,35	12,95	50,29	12,57
	Imbibidas	14,68	14,50	14,25	13,50	56,93	14,23
	Imbibidas + campo Magnético	12,50	13,49	12,77	12,41	51,17	12,79
Salvador	No imbibidas	12,70	13,28	13,18	14,60	53,76	13,44
	Imbibidas	17,32	16,85	16,37	15,57	66,11	16,53
	Imbibidas + campo Magnético	15,40	16,15	17,72	15,87	65,14	16,29

Cuadro 10A. Análisis de la varianza número de frutos por planta, cinco cosechas

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
Repeticiones	3	2,938965	0,979656	0,9793	3,01 NS
Factor A	2	29,730469	14,865234	14,8598	3,40 *
Factor B	2	36,600098	18,300049	18,2934	3,40 *
Interacción	4	8,709473	2,177368	2,1766	2,78 NS
Error	24	24,008789	1,000366		
Total	35	101,987793			

C.V. 7,02 %

NS = No significativo.

* = Significativo.

Cuadro 11A. Valores de Duncan, factor A (híbridos), número de frutos por planta, cinco cosechas.

	2	3
RMD	2.92	3.07
$S\bar{x}$	0.333	0.333
RMS	0.972	1.022

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CME}{axr}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{1.000366}{3 \times 3}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{1.000366}{9}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{0.1111518}$$

$$S\bar{x} = 0,333$$

$S\bar{x}$ es igual para el factor A y para el factor B, ya que “a” como “b” son iguales

Cuadro 12A. Promedio longitud del fruto, cinco cosechas, cm.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	10,59	10,42	11,04	10,90	42,95	10,74
	Imbibidas	10,50	10,71	10,87	10,92	43,00	10,75
	Imbibidas + campo Magnético	11,05	10,78	11,25	10,88	43,96	10,99
Magalí R	No imbibidas	10,43	10,62	10,72	10,92	42,69	10,67
	Imbibidas	10,72	10,65	10,42	11,23	43,03	10,76
	Imbibidas + campo Magnético	10,88	10,71	10,26	10,40	42,24	10,56
Salvador	No imbibidas	10,54	10,33	11,11	10,90	42,88	10,72
	Imbibidas	10,87	11,62	11,00	11,07	44,55	11,14
	Imbibidas + campo Magnético	10,69	11,59	11,26	11,31	44,85	11,21

Cuadro 13A. Análisis de la varianza longitud del fruto, cinco cosechas.

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
REPETICIONES	3	0,054199	0,018066	0,2146	3,01 NS
FACTOR A	2	0,577148	0,288574	3,4286	3,40 *
FACTOR B	2	0,515137	0,257568	3,0602	3,40 NS
INTERACCIÓN	4	0,734375	0,183594	2,1813	2,78 NS
ERROR	24	2,020020	0,084167		
TOTAL	35	3,900879			

C.V. 2,68 %

NS = No significativo.

* = Significativo.

Cuadro 14A. Valores de Duncan, factor A (híbridos), longitud del fruto, cinco cosechas, cm.

	2	3
RMD	2.92	3.07
$S\bar{x}$	0.096	0.096
RMS	0.280	0.295

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CME}{axr}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{0.084167}{3 \times 3}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{0.084167}{9}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{0.0093518}$$

$$S\bar{x} = 0,096$$

Cuadro 15A. Promedio diámetro del fruto, cm, cinco cosechas.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	6,76	6,65	6,53	6,77	26,71	6,68
	Imbibidas	6,57	6,78	6,56	6,72	26,63	6,66
	Imbibidas + campo Magnético	6,90	6,62	6,72	6,39	26,63	6,66
Magalí R	No imbibidas	6,57	6,61	6,64	6,62	26,44	6,61
	Imbibidas	6,66	6,65	6,83	6,81	26,95	6,74
	Imbibidas + campo Magnético	6,74	6,44	6,64	6,62	26,44	6,61
Salvador	No imbibidas	6,72	6,57	6,79	6,76	26,83	6,71
	Imbibidas	6,53	6,64	6,61	6,66	26,45	6,61
	Imbibidas + campo Magnético	6,78	6,58	6,58	6,55	26,49	6,62

Cuadro 16A. Análisis de la varianza diámetro de los frutos.

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
REPETICIONES	3	0,040161	0,013387	1,0813	3,01 NS
FACTOR A	2	0,031738	0,015869	1,2813	3,40 NS
FACTOR B	2	0,023682	0,011841	0,9565	3,40 NS
INTERACCIÓN	4	0,035767	0,008942	0,7223	2,78 NS
ERROR	24	0,297119	0,012380		
TOTAL	35	0,428467			

C.V. 1,67 %

NS = No significativo.

Cuadro 17A. Promedio peso de los frutos, g.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	109,22	108,65	110,45	107,99	436,31	109,08
	Imbibidas	110,59	111,87	114,72	111,80	448,98	112,24
	Imbibidas + campo magnético	122,92	112,52	114,79	106,56	456,79	114,20
Magalí R	No imbibidas	111,18	110,04	104,79	105,63	431,64	107,91
	Imbibidas	111,92	113,17	108,40	115,32	448,81	112,20
	Imbibidas + campo magnético	108,49	113,34	110,31	110,07	442,21	110,55
Salvador	No imbibidas	107,51	105,65	114,50	112,65	440,31	110,08
	Imbibidas	113,71	117,18	111,60	114,18	456,67	114,17
	Imbibidas + campo magnético	113,04	113,70	113,50	114,07	454,31	113,58

Cuadro 18A. Análisis de la varianza peso de los frutos, g.

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
REPETICIONES	3	7,031250	2,343750	0,1988	3,01 NS
FACTOR A	2	34,218750	17,109375	1,4511	3,40 NS
FACTOR B	2	113,125000	56,562500	4,7973	3,40 *
INTERACCIÓN	4	14,625000	3,656250	0,3101	2,78 NS
ERROR	24	282,968750	11,790364		
TOTAL	35	451,968750			

C.V. 3.08 %

NS = No significativo.

* = Significativo

Cuadro 19A. Valor de Duncan, factor B (semillas sometidas a diferentes tratamientos), peso del fruto, cinco cosechas, g.

	2	3
RMD	2.92	3.07
\bar{Sx}	1,144	1,144
RMS	3,340	3,512

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CME}{axr}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{11,790336}{3 \times 3}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{11,790336}{9}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{1,3100373}$$

$$S\bar{x} = 1,144$$

Cuadro 20A. Promedio rendimiento por hectárea. Toneladas.

Factor A Híbridos	Factor B Tratamientos	Bloques				Σ	Promedios
		1	2	3	4		
Quetzal	No imbibidas	28,35	24,46	27,63	24,16	104,59	26,14
	Imbibidas	35,08	30,67	38,87	28,69	133,31	33,33
	Imbibidas + campo magnético	36,14	36,68	36,25	28,56	137,63	34,41
Magalí R	No imbibidas	27,85	27,55	25,88	27,36	108,64	27,16
	Imbibidas	32,86	32,82	39,89	31,14	136,71	34,18
	Imbibidas + campo magnético	27,12	30,58	28,17	27,32	113,19	28,30
Salvador	No imbibidas	37,31	28,06	30,18	32,89	128,44	32,11
	Imbibidas	39,39	39,49	36,54	35,55	150,97	37,74
	Imbibidas + campo magnético	34,82	36,72	40,22	36,20	147,96	37,00

Cuadro 21A. Análisis de la varianza rendimiento por hectárea. Toneladas.

FV	GL	SC	CM	F cal	F tab
REPETICIONES	3	18,285156	6,095052	0,907	3,01 NS
FACTOR A	2	192,187500	96,093750	14,2008	3,40 *
FACTOR B	2	269,527344	134,763672	19,9155	3,40 *
INTERACCIÓN	4	55,503906	13,875977	2,0506	2,78 NS
ERROR	24	162,402344	6,766764		
TOTAL	35	697,906250			

C.V. 8,16 %

NS = No significativo.

* = Significativo.

Cuadro 22A. Valores de Duncan, factor A (híbridos), rendimiento t/ha.

	2	3
RMD	2.92	3.07
\overline{Sx}	0,867	0,867
RMS	2,531	2,661

$$\overline{Sx} = \sqrt{\frac{CME}{axr}}$$

$$\overline{Sx} = \sqrt{\frac{6,676764}{3 \times 3}}$$

$$\overline{Sx} = \sqrt{\frac{6,766764}{9}}$$

$$\overline{Sx} = \sqrt{0,7518626}$$

$$\overline{Sx} = 0,867$$

\overline{Sx} es igual para el factor A y para el factor B, ya que “a” como “b” son iguales

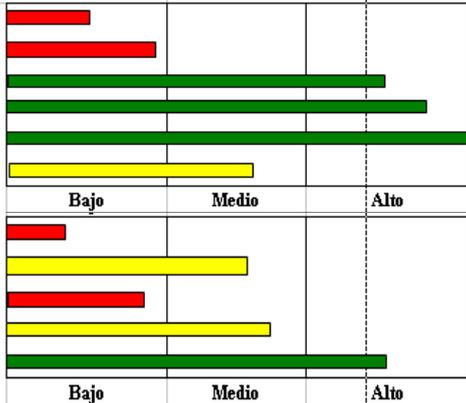
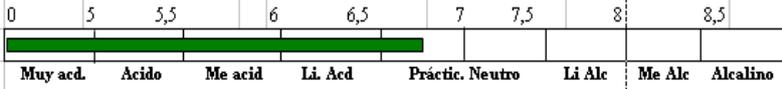
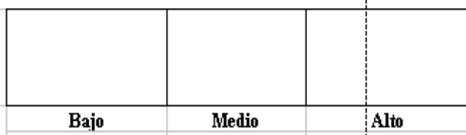
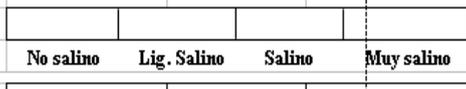
Cuadro 23A. Costo de producción parcial 1 hectárea de pimiento. Dólares.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Preparación del terreno.				
Arada, nivelada y surcada	hora/maq	4	25,00	100,00
Nivelada, instalación sistema de riego	jornal	4	6,00	24,00
Siembra				
Bandejas, \$1.85 depreciado a 5 ciclos.	Unidad 128 cav.	196	0,37	72,52
Turba	Saco	3	4000	120,00
Llenado de bandejas	jornal	4	6,00	24,00
Transplante	jornal	10	6,00	60,00
Fertilización				
DAP	sacos	5,2	19,55	101,66
Sulfato de amonio	sacos	19,3	13,50	260,55
Sulfato de potasio	sacos	8	20,50	164,00
Aplicación	jornal	16	6,00	96,00
Control fitosanitario.				
Actara	100 gr	8	20,80	166,40
Match	Lt	1,6	43,00	68,80
Mancozeb	Kg	10	3,25	32,50
Ridomil	Kg	9	22,00	198,00
Actellic	Lt	1,8	11,40	20,52
Aplicación	jornal	11	6,00	66,00
Riego				
Agua	m ³	3600	0,04	144,00
Gasolina	Gl	25	1,48	37,00
Cosecha				
Recolección manual	jornal	30	6,00	180,00
Sacos	U	1300	0,10	130,00
Total				\$ 1 772,95

Cuadro 24A. Costo de semillas, 1 hectárea de pimiento. Dólares.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Híbrido Quetzal	sobres	25	30,00	750,00
Híbrido Magali R	sobres	25	40,00	1 000,00
Híbrido Salvador	sobres	25	30,00	750,00

Cuadro 25A. Análisis de suelo realizado en INIAP-Boliché, enero 2005.

 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS		ESTACIÓN EXPERIMENTAL "BOLICHE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA. Km. 26 Vía Durán-Tambo. Apdo postal 09-01-7069 Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119																																					
		REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS.																																					
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : UNIVERSIDAD PENINSULA STA ELENA Dirección : Ciudad : Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : GRANJE EXPERIMENTAL Provincia : GUAYAS Cantón : Parroquia : Ubicación : RÍO VERDE																																					
DATOS DEL LOTE Cultivo actual : NO HAY Cultivo anterior : Fertilización ant. Superficie : Identificación : MUESTRA 1		PARA USO DEL LABORATORIO N°. Reporte : 2103 N°. Muestra Lab : 9205 Fecha de Muestreo : 10/01/2005 Fecha de ingreso : 12/01/2005 Fecha de salida : 19/01/2005																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Contenido</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>12</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>6</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0,58</td><td>meq / 100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>17,0</td><td>meq / 100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>5,9</td><td>meq / 100 ml</td></tr> <tr><td>S</td><td>12</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>0,8</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>2,7</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>12,0</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Ma</td><td>12,3</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0,82</td><td>ppm</td></tr> </tbody> </table>			Nutriente	Contenido	Unidad	N	12	ppm	P	6	ppm	K	0,58	meq / 100 ml	Ca	17,0	meq / 100 ml	Mg	5,9	meq / 100 ml	S	12	ppm	Zn	0,8	ppm	Cu	2,7	ppm	Fe	12,0	ppm	Ma	12,3	ppm	B	0,82	ppm	INTERPRETACIÓN 
Nutriente	Contenido	Unidad																																					
N	12	ppm																																					
P	6	ppm																																					
K	0,58	meq / 100 ml																																					
Ca	17,0	meq / 100 ml																																					
Mg	5,9	meq / 100 ml																																					
S	12	ppm																																					
Zn	0,8	ppm																																					
Cu	2,7	ppm																																					
Fe	12,0	ppm																																					
Ma	12,3	ppm																																					
B	0,82	ppm																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Contenido</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,7</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			pH	Contenido	Unidad	6,7																																	
pH	Contenido	Unidad																																					
6,7																																							
Acidez Int. (Al+H) Al : meq / 100 ml Na : meq / 100 ml																																							
CE dS/m																																							
MO 0,8 %																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+ Mg</th> <th>meq/100 ml</th> <th>(meq/L)1/2</th> <th>pmm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,9</td> <td>10,2</td> <td>39,5</td> <td>23,5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+ Mg	meq/100 ml	(meq/L)1/2	pmm	2,9	10,2	39,5	23,5			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Σ Bases</th> <th>RAS</th> <th>Cl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl							<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Clase textural</th> </tr> <tr> <th colspan="3">(%)</th> </tr> <tr> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>15</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> Arcillo- Franco - Arenoso		Clase textural			(%)			Arena	Limo	Arcilla	60	15	25
Ca	Mg	Ca+ Mg	meq/100 ml	(meq/L)1/2	pmm																																		
2,9	10,2	39,5	23,5																																				
Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl																																		
Clase textural																																							
(%)																																							
Arena	Limo	Arcilla																																					
60	15	25																																					
 RESPONSABLE DEPARTAMENTO			RESPONSABLE LABORATORIO																																				

Cuadro 26A. Análisis de salinidad de extracto de pasta de suelo, INIAP – Boliche, enero 2005.



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO
DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACIÓN EXPERIMENTAL BOLICHE
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 VÍA DURAN – TAMBO
Guayaquil – Ecuador. Teléfono: 2717261- 62 Fax: 2717260

PROPIETARIO:	UNIVERSIDAD DE PENINSULA STA ELENA	PLANILLA:	2103
REMITENTE:	ING. EDUARDO MALDONADO	FECHA DE MUESTREO:	10/01/2005
HACIENDA:	GRANJA EXPERIMENTAL	FECHA DE INGRESO:	12/01/2005
LOCALIZACIÓN:	RÍO VERDE KM. 118	FECHA DE SALIDA:	19/01/2005

DETERMINACIÓN DE SALINIDAD DE EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS.

No. Laborat.	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	pH	C.E. dS/m	meq/l										
				Na	K	Ca	Mg	SUMA	CO3H	CO3	SO4	CL	RAS	PSI
9205	MUESTRA - 1	7.4	0.68	1.3	0.37	3.30	1.8	6.8	-	0.3	2.4	4.1	0.8	< 1

NOTA: El laboratorio no es responsable de la toma de las muestras.

INTERPRETACIÓN

C.E: =
 0 - 2.0 = Suelo no salino, efecto de sales despreciables.
 2.1 - 4.0 = Suelo ligeramente, puede reducirse las cosechas de cultivos sensibles.
 4.1 - 8.0 = Suelos salinos, se reducen las cosechas de numerosos cultivos.
 Más de 8 = suelos muy salinos.


 ING. SONIA ALCIVAR DE GARCIA
 RESPONSABLE D.M.S.A.

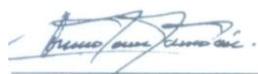
Cuadro 27A. Análisis físico – químico de agua realizado por AGUAPEN, marzo 2006.



ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE AGUAS

PROCEDENCIA: POZO DE GRANJA EXPERIMENTAL DE UPSE FECHA DE MUESTREO: 8/MARZO/2006	QUÍMICO RESPONSABLE: Dr. Otto Córdova REVISADO:
---	--

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
pH	u	7,24
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/l	270
Cloruros (Cl ⁻)	mg/l	880
Conductividad (eléctrica)	μS/cc	1692
Dureza Total (CaCO ₃)	mg/l	560
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg/l	120,24
Magnesio (Mg ^H)	mg/l	63,17
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	185
Salinidad	‰	0,8
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	1080
Turbiedad	UNT	0,3
Hierro Total	mg/l	0,01


 Dr. Otto Córdova R.
 Responsable

Cuadro 28A. Análisis de agua realizado por INIAP – Boliche, mayo 2005.

INIAP

EXTACIÓ N EXPERIMENTAL BOLICHE

**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS**

Servicio a Productores

N° 0859

PROPIETARIO:	Univ. Península Sta. Elena	N° Lab:	453 Fact. # 2333
REMITENTE:	Ing. Eduardo Maldonado	F/MUESTREO:	5/05/05
GRANJA/HDA:	Granja Experimental Río Verde	F/INGRESO:	9/05/05
		F/SALIDA:	13/05/05

LOCALIZACIÓN	Km.120 vía a Salinas (Parroquia)	Sta. Elena (cantón)	Guayas (Provincia)
--------------	-------------------------------------	------------------------	-----------------------

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA Río Verde - Guayas

EXAMEN FÍSICO

1.- Temperatura	
2.- C.E. a 25° C	<u>2.870</u>
3.- pH	<u>7.62</u>

EXAMEN QUÍMICO

Cationes	(meq/l)	(%)	(Aniones)	(meq/l)	(%)
Ca ⁺⁺	7,4		CO ₃ ⁻	-	
Na ⁺	16,1		CO ₃ H ⁻	3,1	
Mg ⁺⁺	5,2		SO ₄ ⁻	6,3	
K ⁺	0,01		NO ₃ ⁻	-	
Mn ⁺⁺	-		B	-	
			Cl ⁻	19,3	
Suma	28,71		Suma	28,7	

RELACIONES	R.A.S.	<u>6,4</u>
	P.S.I.	<u>7,6</u>
	% Na	<u>56</u>

CLASE: C4 S2

INTERPRETACIÓN C4.- Águas de salinidad alta.
S4.- Águas medianas em Sodio

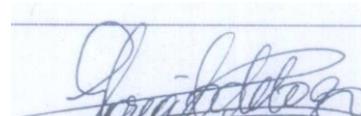




Figura 1A. Híbridos utilizados para el experimento.



Figura 2A. Conteo y pesaje de semillas para ser sometidas a los diferentes tratamientos.



Figura 3A. Semillas sometidas a imbibición, para determinar el T50

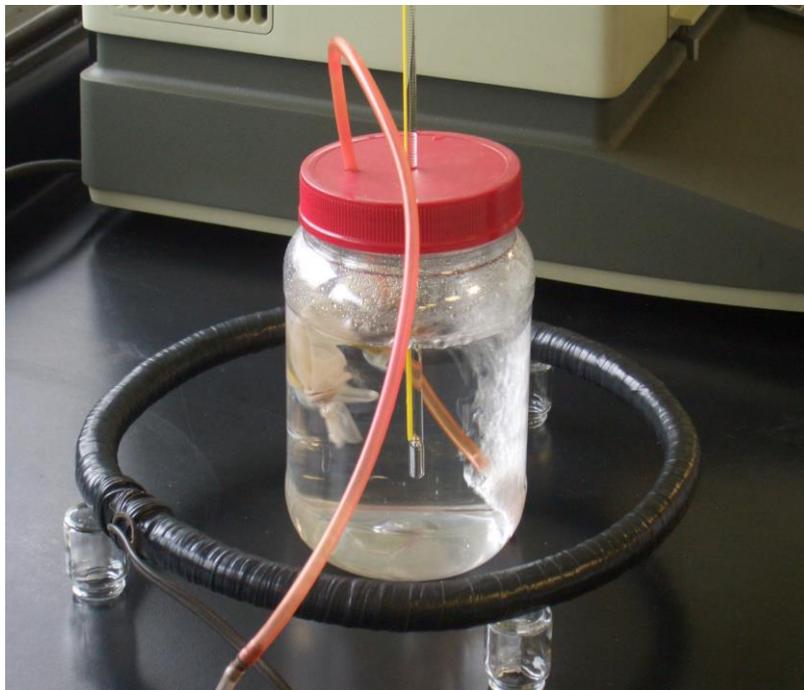


Figura 4A. Semillas sometidas a imbibición y campo magnético.



Figura 5A. Plántulas de pimiento, en el semillero, listo para ser llevado al campo.



Figura 6A. Transplante de pimiento en campo abierto.



Figura 7A. Vista general de parcelas experimentales



Figura 8A. Medición altura de plantas a los 60 días después del transplante.



Figura 9A. Control manual de malezas.



Figura 10A. Hoyado para aplicación de fertilizantes.



Figura 11A. Fertilización.



Figura 12A. Calibración (longitud, diámetro y peso) de frutos.