



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SEIS VARIEDADES DE
CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN SINCHAL, CANTÓN SANTA
ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

SUÁREZ RODRÍGUEZ EDWIN JAVIER
CORTÉZ RODRÍGUEZ MELBA ELIZABETH

LA LIBERTAD – ECUADOR

2010

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SEIS VARIEDADES DE
CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN SINCHAL, CANTÓN SANTA
ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

SUÁREZ RODRÍGUEZ EDWIN JAVIER
CORTÉZ RODRÍGUEZ MELBA ELIZABETH

LA LIBERTAD – ECUADOR

2010

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar, M.Sc.

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Andrés Drouet Candell

DIRECTOR DE ESCUELA

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Blgo. Xavier Soto Valenzuela

PROFESOR DEL ÁREA

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Néstor Orrala Borbor, M.Sc.

PROFESOR TUTOR

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Abg. Milton Zambrano Coronado, M.Sc.

SECRETARIO GENERAL – PROCURADOR

SECRETARIO DEL TRIBUNAL DE GRADO

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer con todo nuestro amor y corazón a Dios, nuestra luz y sendero; a nuestros padres, por ser nuestra guía y enseñarnos que todo esfuerzo es al final recompensa. Son tantas las personas a las cuales debemos parte de este triunfo.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, al Ing. Antonio Mora Alcívar, Decano de la Facultad y demás autoridades, por haber permitido concluir nuestros estudios, ser profesionales y poder contribuir al desarrollo socio-económico del país.

Además, un muy especial agradecimiento y gratitud al Ing. Néstor Orrala Borbor, tutor de la tesis por sus importantes conocimientos impartidos a lo largo de la carrera, gran paciencia y comprensión para con nosotros.

Al Ing. Andrés Drouet Candell, Ing. Ángel León Mejía, por sus enseñanzas, apoyo y cariño demostrado en esta larga etapa de estudio

Melba y Edwin

DEDICATORIA

Melba:

A mí Dios, por darme las suficientes fuerzas para concluir esta carrera e iluminar siempre mi camino, ayudándome a ser mejor cada día; a mis padres Isabel y Alfredo, por darme la fortaleza de seguir adelante todos los días y guiarme siempre; a mi hija Romina por ser parte fundamental de mi vida e inspiración para concluir mi carrera; a mi esposo Roberto, gracias, por brindarme su amor y apoyo incondicional, sobre todo sus enseñanzas, las cuales fueron de gran importancia.

Edwín:

A Dios todopoderoso, por enseñarme que en la vida no existen metas que no se pueden cumplir, por cuidar mi camino y guiar mis pasos rumbo al desarrollo personal y profesional que la sociedad demanda; a mis padres: Ángel Suárez y Anita Rodríguez por todo lo que me han dado en esta vida, especialmente por sus sabios consejos y por enseñarme a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Por ser una investigación emprendida por el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agrarias, el presente trabajo es responsabilidad de los autores, la propiedad intelectual del referido Centro y, por ende, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ÍNDICE GENERAL

	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 Influencia del clima en la fisiología de las plantas.....	4
2.2 La cebada.....	9
2.2.1 Descripción botánica.....	9
2.2.2 Agroecología.....	10
2.2.2.1 Suelo.....	10
2.2.2.2 Temperatura.....	12
2.2.2.3 Humedad.....	15
2.2.2.4 Luz.....	15
2.2.2.5 Fases de desarrollo.....	16
2.2.3 Agrotecnia.....	18
2.2.3.1 Siembra y densidad de siembra.....	18
2.2.3.2 Control de malezas.....	18
2.2.3.3 Fertilización.....	19
2.2.3.4 Cosecha.....	21
2.2.4 Plagas y enfermedades.....	22
2.3 Variedades de cebada sembradas en el Ecuador.....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Ubicación y descripción del lugar del ensayo.....	28
3.2 Materiales y equipos.....	28
3.3 Características agroquímicas del suelo y agua.....	29
3.4 Condiciones meteorológicas durante el experimento.....	30
3.5 Material vegetativo.....	31
3.6 Tratamientos y diseño experimental.....	34
3.6.1 Delineamiento experimental.....	37
3.7 Manejo del experimento.....	38
3.7.1 Preparación de suelo.....	38
3.7.2 Desinfección de la semilla.....	38
3.7.3 Siembra.....	38
3.7.4 Riego.....	38
3.7.5 Fertilización.....	38

3.7.6	Control de malezas.....	39
3.7.7	Control fitosanitario.....	39
3.7.8	Cosecha.....	39
3.8	Variables experimentales.....	39
3.8.1	En el cultivo.....	39
3.8.1.1	Etapas fenológicas.....	39
3.8.1.2	Altura de planta a los 20, 40 y 60 días.....	40
3.8.1.3	Número de macollos.....	40
3.8.1.4	Longitud de espiga.....	40
3.8.2	En la cosecha.....	40
3.8.2.1	Cantidad de granos vanos y llenos.....	40
3.8.2.2	Peso de 1 000 semillas.....	40
3.8.2.3	Rendimiento por hectárea.....	40
3.9	Análisis económico.....	40

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados.....	42
4.1.1	En el cultivo.....	42
4.1.1.1	Días a la germinación.....	42
4.1.1.2	Días al ahijamiento.....	43
4.1.1.3	Días al encañado.....	43
4.1.1.4	Días al espigado.....	44
4.1.1.5	Días a la maduración.....	45
4.1.1.6	Altura de planta a los 20, 40 y 60 días.....	46
4.1.1.7	Número de macollos a los 20 y 40 días.....	48
4.1.1.8	Longitud de espiga.....	51
4.1.2	En la cosecha.....	52
4.1.2.1	Número de granos vanos y llenos por espiga.....	52
4.1.2.2	Peso de 1 000 semillas.....	54
4.1.2.3	Rendimiento por hectárea.....	55
4.1.3	Análisis económico.....	56
4.2	Discusión.....	57

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
--------------------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	63
--------------------------	-----------

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requerimientos de temperatura de la cebada.....	12
Cuadro 2. Requerimientos climáticos del trigo y la cebada.....	13
Cuadro 3. Aspectos climáticos del cultivo de cebada.....	14
Cuadro 4. Dosis indicativas para tres elementos, según el nivel de producción.....	20
Cuadro 5. Cantidad de nutriente total absorbido y extraído en grano expresado en kg por tonelada de grano base seca.....	21
Cuadro 6. Resultados obtenidos en experimento realizado en la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, Pichincha. 2009.....	24
Cuadro 7. Resultados del rendimiento promedio por localidad de 5 variedades de cebada cervecera. 2009.....	24
Cuadro 8. Resultados obtenidos en experimento titulado "Efecto de la fertilización química bajo cuatro densidades de siembra en dos variedades de cebada", Estación Experimental Santa Catalina - INIAP, Pichincha. 1978.....	25
Cuadro 9. Pluviosidad durante el experimento.....	30
Cuadro 10. Temperaturas durante el experimento.....	31
Cuadro 11. Características agronómicas de la variedad INIAP-Cañicapa 03.	32
Cuadro 12. Características agronómicas de la variedad Terán.....	33
Cuadro 13. Características agronómicas de la variedad Clipper.....	34
Cuadro 14. Grados de libertad del experimento.....	34
Cuadro 15. Comparación de medias, días a la germinación. Sinchal, 2009..	42
Cuadro 16. Comparación de medias, días al ahijamiento. Sinchal, 2009.....	43
Cuadro 17. Comparación de medias, días al encañado. Sinchal, 2009.....	44
Cuadro 18. Comparación de medias, días al espigado. Sinchal, 2009.....	45
Cuadro 19. Comparación de medias, días a la maduración. Sinchal, 2009....	46
Cuadro 20. Comparación de medias, altura de planta a los 20 días, cm. Sinchal, 2009.....	47
Cuadro 21. Comparación de medias, altura de planta a los 40 días, cm. Sinchal, 2009.....	48
Cuadro 22. Comparación de medias, altura de planta a los 60 días, cm. Sinchal, 2009.....	49
Cuadro 23. Comparación de medias, número de macollos por planta a los 20 días. Sinchal, 2009.....	50
Cuadro 24. Comparación de medias, número de macollos por planta a los 40 días. Sinchal, 2009.....	51
Cuadro 25. Comparación de medias, longitud de espiga, cm. Sinchal, 2009.....	52
Cuadro 26. Comparación de medias, número de granos vanos por espiga. Sinchal, 2009.....	53

Cuadro 27. Comparación de medias, número de granos llenos por espiga. Sinchal, 2009.....	54
Cuadro 28. Comparación de medias, peso de 1 000 semillas, g. Sinchal, 2009.....	55
Cuadro 29. Comparación de medias, rendimiento por hectárea, kg. Sinchal, 2009.....	56
Cuadro 30. Comparación de etapas fenológicas, variedad Clipper. Sierra/Sinchal.....	58
Cuadro 31. Características agronómicas, Sierra/Sinchal.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el campo.....	35
Figura 2. Diseño de parcela experimental.....	36
Figura 3. Comparación de temperaturas promedios, octubre 2009 a enero 2010. Sierra/Sinchal.....	57
Figura 4. Comparación de etapas fenológicas, variedad Clipper. Sierra/Sinchal.....	58

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La cebada es un cultivo de gran importancia en América Latina, siendo producido con diversos destinos: alimentación humana y animal, producción de cerveza y forraje. La alimentación humana y la producción de cebada malteada son los dos tipos de producción más importantes en el continente; actualmente ocupa el cuarto puesto entre los cereales que más se producen en el mundo.

Según la FAO, la superficie cosechada de cebada abarca 66,55 millones de hectáreas, con una producción de 155 millones de toneladas y un rendimiento medio de 2 333 kg/ha. El área de cultivo sigue creciendo en la actualidad, debido a la gran capacidad de adaptación de este cereal a climas y suelos muy diversos. Los principales productores radican en Europa, mientras que en Latinoamérica el cultivo queda reducido casi exclusivamente a los países del sur.

En Ecuador, según los datos del Tercer Censo Nacional Agropecuario (INEC, 2002) la superficie dedicada al cultivo de la cebada es 48 874 ha, distribuidas en todas las provincias de la sierra; con una producción de 24 897 toneladas y un rendimiento medio de 509 kg/ha. Esta cifra refleja el sinnúmero de campesinos que en minisuperficies siembran cebada para uso y consumo familiar; las provincias con mayor área sembrada son Chimborazo, Cotopaxi, Cañar y Pichincha.

La producción de cebada no recibe apoyo crediticio de los entes oficiales correspondientes, tampoco hay una zonificación definida para el cultivo, que se ubica principalmente entre 2 500 a 3 500 metros sobre el nivel del mar; Chimborazo reúne el 50% de la superficie dedicada al cereal sin

competencia por encima de los 3 000 msnm. El consumo nacional es alrededor de un kg/persona; en términos generales, la demanda interna del grano se mantiene en 70 000 t/año, y en la actualidad la oferta es un poco más de 24 000 t, quiere decir que hay un déficit de 46 000 t para la industria que la requiere (INEC, 2006). Las importaciones de cebada en grano se han multiplicado 172 veces del 2000 al 2004, de 142 t a casi 24 514 t (Banco Central del Ecuador, 2005).

El cultivo de la cebada prefiere climas frescos y moderadamente secos, altitud entre 3 000 – 4 200 msnm, sin embargo puede adaptarse a diversos rangos de temperaturas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las condiciones agroclimáticas de la provincia de Santa Elena permiten el desarrollo de diversos cultivos de ciclo corto; la temperatura media anual oscila entre 23 y 25 °C, con una mínima de 15,6 °C entre los meses de julio a agosto y una máxima de 39,5 °C en los meses de febrero y marzo; La precipitación media anual es 300 mm. Concentrándose las lluvias entre los meses de enero a abril, mientras que el resto del año es seco, excepto hacia el norte de la península, a la altura de las parroquias rurales de Manglaralto y Colonche donde se observa la presencia de garúas.

Estas características favorecen la fotosíntesis en la medida que las plantas están expuesta la mayor parte del año a temperaturas adecuadas para su desarrollo; estas condiciones pueden ser apropiadas para la adaptación de otros cultivos no tradicionales como la cebada, diversificando así los cultivos y dinamizar la producción, economía y ocupación del agricultor; a la vez, tributa de manera directa al desarrollo de la región.

Aunque en nuestra provincia no se registran antecedentes de este cultivo, si existen datos referentes a la introducción del cultivo de trigo; por esta razón el

INIAP y la UPSE a través del CIAP se proponen realizar el presente trabajo de investigación relacionado al comportamiento agronómico de seis variedades de cebada en Sinchal, provincia de Santa Elena.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Evaluar el comportamiento agronómico de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) en las condiciones agroecológicas de Sinchal, cantón Santa Elena.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- ◆ Comparar el rendimiento de las diferentes variedades.
- ◆ Calcular el costo de producción.

1.4 HIPÓTESIS

Por lo menos, uno de los germoplasmas se diferencia en su comportamiento agronómico bajo las condiciones agroecológicas de Sinchal, cantón Santa Elena.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS

Según THOMPSON W. y WHITE M. (1991, en línea), los mecanismos encaminados hacia lograr la adaptación oportuna a los cambiantes factores del entorno son de un gran valor selectivo; la adaptación a los cambios ambientales depende de toda una serie de ajustes moleculares, fisiológicos y morfológicos que se presentan como respuesta a las modificaciones de la irradiancia, la calidad espectral, el fotoperíodo, la temperatura, la concentración de nutrientes, etc; los mencionados ajustes se integran, a través de mecanismos aún no bien comprendidos.

SALISBURY F. y ROSS C. (2000) manifiestan que la principal preocupación de los fisiólogos vegetales y de los agricultores es la insuficiencia de agua, es decir, el estrés hídrico, o bien un potencial hídrico demasiado negativo, especialmente sus efectos son inhibitorios en el rendimiento vegetal de los ecosistemas naturales y agrícolas. El punto más importante probablemente sea el crecimiento celular, que depende de la absorción del agua por parte de las células y además es uno de los primeros procesos que se ven afectados. El potencial hídrico de una hoja también tiene un efecto en la apertura y el cierre de los estomas, cuando el potencial hídrico disminuye, los estomas tienden a cerrarse, es decir cuando existe una temperatura elevada de 30 a 35 °C. En la fotoperiodicidad, las plantas deben interpretar ciertos flujos fotónicos como luz y cierto flujo menor como oscuridad, diferenciando así la noche y el día; las plantas deben medir la duración del día, la noche, o ambas, y cuando esas duraciones alcanzan los valores programados genéticamente en las plantas, debe iniciar o controlar determinados procesos, como la floración. Los estomas de la mayor parte de los vegetales se abren al

amanecer y se cierran en la oscuridad, lo que permite la entrada del CO₂ que utiliza en la fotosíntesis durante el día. Por lo general, la apertura necesita aproximadamente una hora, y el cierre suele ser gradual, durante todo el atardecer. Los estomas se cierran más rápidamente si la planta se expone a una situación de oscuridad repentina.

SMITH H. (1982, en línea) asevera que como la luz solar es la fuente primaria de energía para las plantas, es hasta cierto punto de esperarse que el ambiente de radiación determine las respuestas de las plantas en muchos ámbitos de su crecimiento y desarrollo. La radiación controla los procesos de fotosíntesis, la morfogénesis y regula también en mayor o menor medida otros procesos como la respiración, movimientos estomáticos, metabolismo del carbono, entre otros.

STRASBURGER E. (1960) menciona que el comportamiento de las plantas ante la variación del fotoperiodo, puede explicarse por la presencia de sustancias inhibitoras en los tejidos vegetales, cuya acción es antagónica de la que realizan las hormonas del crecimiento. El crecimiento vegetativo de las plantas se ve controlado de forma que el aumento de estatura, la aparición de ramas secundarias, la ramificación en general y la aparición o caída de las hojas son fenómenos que registran una periodicidad, estrechamente relacionada con la cantidad de luz que reciben.

Según RODRÍGUEZ L. (2006), en condiciones naturales, las plantas están expuestas a condiciones ambientales cambiantes que determinan respuestas complejas que influyen en el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos; las condiciones de sequía y salinidad en los suelos son las mayores causas de estrés en los cultivos y ocasionan pérdidas económicas en la agricultura mundial. Tanto la sequía como la salinidad resultan en estrés osmótico, que inhibe el crecimiento y causa perturbaciones a nivel metabólico.

KOBATA y UEMUKI. (2004, en línea) sostienen que existen evidencias donde se

señala que la temperatura y la acumulación de biomasa en grano están fuertemente correlacionadas, cualquier cambio significativo repercutirá directamente sobre su capacidad de acumulación y por consiguiente en el rendimiento.

Según WILHELM E. *et al* (1999, en línea), se ha observado que durante períodos de temperatura baja (10 - 25 °C), las plantas responden con un incremento en la tasa de llenado de grano; conforme aumenta la temperatura máxima crítica (25 - 35 °C) la tasa de llenado de grano disminuye rápidamente y a temperatura muy alta (40 - 45 °C), ésta se ve afectado de manera negativa, pudiendo llegar a inhibirse.

CORBELLINI M. *et al* (1997, en línea) especifican que la presencia de una temperatura alta en un rango de 35 - 40 °C durante el período de llenado de grano, en especies de plantas como trigo, afecta negativamente la acumulación de materia seca y proteínas en las diferentes partes de la planta; además, la propiedad de panificación es fuertemente reducida.

Según SHELLING K. (2003), citado por ASTUDILLO F. (2007), varios trabajos demuestran que la duración del periodo de llenado del grano influye en el rendimiento y calidad de la cebada; los periodos de llenado de grano más largos están asociados a temperaturas más bajas, altas precipitaciones y condiciones de humedad; una mayor duración de este periodo tiene un efecto positivo sobre el rendimiento y la calidad de los granos; a medida que aumenta el periodo de llenado de granos (días) existe una óptima relación con respecto al rendimiento de los granos, mientras que la concentración de proteínas (%) presenta una tendencia decreciente bastante débil. Otros factores importantes que influyen en la duración de las etapas de crecimiento de los cereales son el abastecimiento de agua y la sequía; se han observado importantes efectos negativos en la calidad de la malta como consecuencia de situaciones de estrés durante el llenado del grano. Se han encontrado aumentos en la concentración de proteínas de éste, las que se asocian a

altas temperaturas y/o a causas de sequía. El estrés durante la etapa de llenado de los granos parece tener un efecto menos pronunciado en la acumulación de proteína que en la síntesis de almidón, obteniendo rendimientos más bajos y en consecuencia una concentración de proteína más alta bajo estas condiciones. La alta susceptibilidad de algunas enzimas envueltas en la síntesis de almidón a elevadas temperaturas, es considerada como una de las mayores razones de la elevada concentración de proteínas del grano bajo esas condiciones.

DOWNTON J. y SLATYER R. (1972, en línea) argumentan que la temperatura es una de las principales variables ecológicas que afectan la distribución y diversidad de las plantas en el planeta; de esta manera, la temperatura alta es uno de los principales factores que limitan la productividad de los cultivos, especialmente cuando esta condición coincide con etapas críticas de su desarrollo. Los cambios drásticos en la temperatura pueden actuar directamente modificando los procesos fisiológicos existentes, principalmente la fotosíntesis.

REYNOLDS M. *et al* (2000, en línea) expresan que cuando ocurre un estrés por temperatura alta, los fotoasimilados para el crecimiento son limitados, ocasionando reducciones del desarrollo de órganos de la planta como hojas, tallo y meristemas; existe una evidente sensibilidad de los procesos metabólicos a la temperatura alta, los cuales pueden verse reflejados en una disminución del ciclo de vida de la planta.

ARTERO J. (1981) sostiene que los vegetales necesitan reunir un cierto número de horas de calor para poder fructificar. Por eso, muchas especies no pueden cultivarse en latitudes altas, porque no hay suficiente cantidad de horas de sol para alcanzar el mínimo de calor que necesitan.

LIRA R. (1994) indica que la composición genética de las semillas de maíz, trigo o algodón, determinará que siempre produzcan plantas de maíz, trigo o algodón; mientras que los factores ambientales determinarán si esas plantas serán

vigorosas, chaparras, verdes, cloróticas, túrgidas o marchitas. Normalmente, las modificaciones causadas por el ambiente no son hereditarias.

WILSON C. y LOOMIS W. (1968) aducen que el crecimiento se favorece cuando la temperatura sube y se retrasa cuando la temperatura baja, las lesiones producidas por las altas temperaturas pueden ser el resultado de la desecación y de una respiración intensa que el consumo de las sustancias alimenticias excede a su producción por la fotosíntesis. La temperatura afecta indirectamente al crecimiento, por su acción sobre todas las actividades metabólicas; como la digestión, transporte, respiración y elaboración de material nuevo destinado al protoplasto y a las paredes de las células. Las temperaturas elevadas aumentan la transpiración y con ello reducen la turgencia y el crecimiento, especialmente durante el día. La temperatura óptima puede variar para cada etapa, el crecimiento de la mayor parte de las plantas se realiza entre 10 y 40 °C.

FUENTES J. (1998) indica que el desarrollo de una planta se activa cuando aumenta la temperatura del ambiente; pero, al igual que ocurre con otros procesos fisiológicos, cuando se sobrepasa un cierto límite el desarrollo se retarda y, si continúa el aumento de temperatura, el desarrollo se detiene. Hay que considerar tres puntos importantes: una temperatura mínima, por debajo de la cual cesa el crecimiento de la planta, aunque esta continúe con vida, puesto que la temperatura mínima de existencia vegetativa queda mucho más baja; una temperatura óptima en donde se alcanza la máxima velocidad de crecimiento; y una temperatura máxima, sobrepasada la cual vuelve a detenerse el crecimiento.

FRASCHINA J. y BAINOTTI C. (2008) expresan que muchas plantas se desarrollan de un modo óptimo cuando la temperatura del día alterna con otra más baja durante la noche, en algunas plantas se desarrollan las temperaturas extremas produciendo un cierto efecto remanente sobre el desarrollo posterior y sobre la iniciación de la floración. Por ejemplo, los cereales de invierno sembrados en otoño, la acción del frío invernal determina una aceleración del desarrollo, con lo

cual se puede recolectar en la época oportuna; estos cereales sembrados en primavera, cuando ya han pasado los fríos invernales, espigan muy tarde y dan poco rendimiento.

2.2 LA CEBADA (*Hordeum vulgare*)

2.2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

CAMACHO R. (1981) expresa que la raíz de la planta de cebada es fasciculada y en ella se pueden identificar raíces primarias y secundarias. Las raíces primarias se forman por el crecimiento de la radícula y desaparecen en la planta adulta, época en la cual se desarrollan las raíces secundarias desde la base del tallo con diversas ramificaciones.

Según ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA (2001), el tallo se caracteriza por ser una estructura cilíndrica con nudos macizos y entrenudos huecos. El tallo también se llama caña o culmen. Los nudos son gruesos por el desarrollo del tejido basal de las hojas que se insertan en él; en cada nudo hay una yema que puede dar lugar a una vaina. En la base del tallo se encuentra el sistema radicular y de sus yemas se desarrollan otros tallos que botánicamente son secundarios y que, en este caso, se denominan macollos; su número depende de la variedad. Cada macollo normalmente produce una espiga, pero el macollamiento depende de las condiciones ambientales y de las prácticas culturales.

BUSTAMANTE J. (2000, en línea) señala que las [hojas](#) están conformadas por la [vaina](#) basal y la [lámina](#), las cuales están unidas por la [lígula](#) y presentan dos prolongaciones membranosas llamadas [aurículas](#). Las hojas se encuentran insertadas a los nudos del tallo por un collar o pulvinus que es un abultamiento en la base de la hoja.

ALVAREZ B. y CÉZAR A. (2006) manifiestan que su espiga es la [inflorescencia](#)

de la planta; se considera una prolongación del tallo, similar a las demás plantas [gramíneas](#); presenta reducción del periantio. La función protectora es desempeñada por las [glumas](#) y las [páleas](#).

RAVEN P., EVERT R. y EICHHORN S. (1992) aseveran que el grano está vestido por palea y lema, la primera cubre el grano y la segunda lo envuelve. El tamaño depende de las condiciones ambientales. Longitud máxima de 9,5 mm y mínima de 6,0 mm; ancho entre 2,5 y 3,0 mm y densidad aproximada (peso específico) de 67,0 kg/HL. El peso de 1 000 semillas varía de 15 a 55 g.

Según LACASTA DUTOIT C. (2006), botánicamente este cereal se encuentra dentro de las gramíneas; existiendo dos grandes especies:

- La cebada de dos hileras o *Hordeum distichum*
- La cebada de seis hileras o *Hordeum hexasticum*

Mejores cualidades cervecera tiene la de dos hileras puesto que sus granos son más desarrollados.

2.2.2 AGROECOLOGÍA

2.2.2.1 Suelo

Según BERATTO E. (2001), en lo que respecta a los requerimientos edáficos, responde muy bien a suelos de textura liviana (franco, franco limoso, y franco arcilloso) y profundos. En las primeras etapas del cultivo, sin embargo, es más sensible a los excesos de humedad, siendo por lo tanto menos recomendables los suelos de textura muy pesada (arenosos y arcillosos). El nivel óptimo de pH del suelo fluctúa entre 6,0 y 8,5, siendo susceptible a suelos ácidos (pH 5,2 o inferiores) y tolerante a suelos alcalinos.

HOGARES CAMPESINOS JUVENILES (2002) señala que los mejores

rendimientos se consiguen en suelos francos arenosos, con buen drenaje, profundos y pH entre 6,0 y 8,5.

CASTILLO F. (2001) menciona que la resistencia al frío para unas plantas o la tolerancia a la salinidad para otras, está más estrechamente relacionada con la fase de desarrollo que con la época del año; la cebada y el trigo no toleran salinidad superiores a $4 - 5 \text{ dSm}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ durante la germinación y el estadio de plántula, mientras que en las restantes fases su tolerancia aumenta análogamente.

En cambio CASTAÑEDA SAUCEDO M. (2004) indica que la cebada es el cereal de mayor tolerancia a la salinidad, estimándose que puede soportar niveles de hasta 8 mmhos/cm , en el extracto de saturación del suelo, sin que sea afectado el rendimiento.

MOLINA J. (1989) asegura que en condiciones favorables de humedad, textura y estructura de suelo, la emergencia de las plántulas será más rápida cuanto más elevada sea la temperatura del suelo.

Según INFOAGRO (2002, en línea) la cebada prefiere tierras fértiles, pero puede tener buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos, con tal de que no falte el agua al comienzo de su desarrollo; no le van bien los terrenos demasiado arcillosos y tolera bien el exceso de salinidad en el suelo; los terrenos compactos dificultan la germinación y las primeras etapas del crecimiento de la planta.

PRODELESA (2009, en línea) afirma que los suelos arcillosos, húmedos y encharcadizos, son desfavorables para la cebada, aunque en ellos se pueden obtener altos rendimientos si se realiza un buen laboreo y se conserva la humedad del suelo; los suelos con excesivo nitrógeno inducen el encamado e incrementan el porcentaje de nitrógeno en el grano hasta niveles inapropiados, cuando se destina a la fabricación de malta para cerveza; en cuanto al calcio, la cebada es

muy tolerante, vegetando bien incluso en suelos muy calizos, por lo que muchas veces a este tipo de suelos es corriente llamarlos “cebaderos”, si bien tiene un amplio margen en cuanto a tolerancia de diferentes valores de pH.

2.2.2.2 Temperatura

Según ALVAREZ B. y CÉZAR A. (2006), la cebada tiene pocas exigencias en cuanto al clima; crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos; requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes; tolera muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a soportar hasta -10 °C.

IGLESIAS R. y TAHA E. (2010) puntualizan, en el cuadro 1, los parámetros de requerimiento de temperatura de la cebada.

Cuadro 1. Requerimientos de temperatura de la cebada

Etapa	Temperatura		
	Mínima ° C	Óptima ° C	Máxima ° C
Germinación	1	20	20
Crecimiento	1	20	28
Floración	5	16 - 17	30
Llenado de grano	7	20	30

WIKIPEDIA. (2009, en línea) afirma que la temperatura para la germinación va de 3 a 4 °C, la temperatura óptima es 20 °C y la máxima entre 28 °C y 30 °C.

AGROFORO (2003, en línea) expone que la temperatura óptima de crecimiento es 15 °C en el periodo vegetativo y 17-18 °C en espigado.

SAN JOSÉ HERNANDEZ L. (2008, en línea) especifica que para germinar necesita una temperatura mínima de 6 °C; florece a los 16 °C y madura a los 20 °C.

RUÍZ C. *et al* (1999), explica que la temperatura óptima durante la etapa de llenado de grano es alrededor de 22 °C.

Según INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINI EN EL ESTADO DE CAMPECHE ITESCAM MX (s. f., en línea), el trigo y la cebada se cultivan principalmente en zonas templadas; sin embargo las plantas pueden crecer en áreas con altas temperaturas, a condición de que no haya alta humedad; la temperatura adecuada para el cultivo en estas plantas varía entre 15 y 31°C. (cuadro 2); la óptima depende de la etapa del desarrollo, de la variedad y del tipo de plantas.

Cuadro 2. Requerimientos climáticos del trigo y la cebada.

	Mínima	Óptima	Máxima
Trigo	2 – 4 ° C	25 – 31 ° C	31 – 43 ° C
Cebada	3 – 4 ° C	28 – 40 ° C	40 – 50 ° C

Fuente: ITESCAM (s. f., en línea)

De acuerdo a INFOCEBADA (s. f., en línea), la cebada se desarrolla desde el nivel del mar hasta 4 260 msnm; logra mejor adaptación entre 3 000 y 4 200 msnm.

PLANTPROTECTION (s. f., en línea) asegura que la formación del polen es sensible al estrés, déficit de agua y altas temperaturas; se produce un descenso del

número de granos formados, lo que puede provocar la reducción del rendimiento de los cultivos.

CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES CIREN CL (1989) destaca en el cuadro 3 los principales aspectos climáticos del cultivo de cebada.

Cuadro 3. Aspectos climáticos del cultivo de cebada

Sensibilidad a heladas:	Resistente
Etapa o parte más sensible a heladas:	Floración a llenado de granos
Temperatura crítica o de daño por heladas:	-2 °C
Temperatura base o mínima de crecimiento:	4 °C
Rango de temperatura óptima de crecimiento:	19 a 26 °C
Límite máximo de temperatura de crecimiento:	30 °C
Temp. mínima, óptima y máxima de germinación:	3, 18-24, 35 °C
Suma térmica T> 10° entre siembra y cosecha:	550 a 750 días-grados
Requerimientos de vernalización:	Requiere un período frío.
Requerimientos de fotoperiodo	Variedades de día largo (> de 14 h) y variedades de día neutro (entre 0 y 14 h)

GARCIA C. y BECERRA R. (1984), mencionan que la floración y la madurez del grano requieren temperaturas moderadas que no sobrepasen de los 25 °C; cuando la temperatura ha sobrepasado este límite se produce el fenómeno llamado escaldado, se introduce con el albumen en estado lechoso, dando lugar a una transpiración, quedando el fruto medio vacío o feo.

FAIGUENBAUM H. (2003), señala que el crecimiento inicial de los granos ocurre en forma óptima con temperaturas entre 18 y 19 °C; hacia el final de la etapa de llenado de granos, la temperatura óptima es 24 °C.

2.2.2.3 Humedad

INFOAGRO (2002, en línea) expresa que la cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser el ciclo más corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene como ventaja que exige más agua al principio de su desarrollo que al final, por lo que es menos frecuente que en el trigo el riesgo de asurado. De ahí que se diga que la cebada es más resistente a la sequía que el trigo, y de hecho así es, a pesar de tener un coeficiente de transpiración más elevado.

Según INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA INIA UY. (2004), la cebada es propensa al encamado, característica a considerar al momento del riego que debe hacerse en la época del encañado, pues una vez espigada se producen daños, a la par que favorece la propagación de la roya.

RUÍZ C. *et al* (1999) argumenta que el óptimo de precipitación anual está alrededor de 700 mm, pero se puede cultivar en regiones de hasta 1 000 mm anuales, siempre que durante la época de cosecha no existan lluvias significativas; requiere una atmósfera relativamente seca, ya que ambientes húmedos propician la presencia de enfermedades fungosas.

Según AGROFORO (2003, en línea), el periodo de máxima exigencia de agua es el encañado y el espigado, siendo en este último, peligroso el riego en zonas donde las altas temperaturas favorezcan la roya.

2.2.2.4 Luz

POEHLMAN (1985), citado por QUERETARO (1995, en línea), alega que esta especie acepta amplios rangos de fotoperiodo; se puede cultivar en periodos de días cortos y días largos.

Según GIL F. (1995), la radiación solar determina la distribución de calor, del agua por la evaporación y como tal, de las sustancias orgánicas. De igual modo, las monocotiledónea muestran una mayor inclinación foliar que las dicotiledóneas; esto determina que para los índices foliares pequeños las dicotiledóneas exhiban mayores tasas de fotosíntesis que las monocotiledónea.

ROMERO R. y GERMÁN S. (1997, en línea) exponen que esta especie es menos sensible al sombreado que el trigo.

WAREING P. y PHILLIPS I. (1978, en línea) expresan que la longitud del día es el segundo factor en importancia que regula la floración. A este respecto, los cereales de invierno generalmente han sido clasificados como plantas de día largo, si bien, existe un gran número de variedades indiferentes al fotoperíodo, esto es, son capaces de espigar independientemente de la longitud del día.

ORMORD D. (1963) en un experimento observó, en trigo y cebada, la existencia de grandes variaciones entre genotipos, tanto en la respuesta de la floración como en la elongación del tallo. La cebada se mostró menos sensible que el trigo a la longitud del día. En cebada de dos carreras el número de espiguillas y la longitud de su fase de formación incrementaron cuando disminuyó el fotoperíodo. Aún así, la iniciación floral tuvo lugar en todos los regímenes de horas luz, si bien no siempre se produjo a la misma velocidad. En trigo, el número de días hasta espigado decreció linealmente al aumentar el fotoperíodo, aunque dentro del intervalo de horas luz óptimo, la duración de este período se mantuvo constante.

2.2.2.5 Fases de desarrollo

MALTA DEL SUR. (2007) detalla los siguientes estadios fenológicos, en crecimiento y desarrollo de la cebada:

1. Germinación: se produce después de la inhibición o hidratación de las semillas. Se inicia la transformación de las reservas nutritivas del embrión

(germen), para lo que se requiere la acción del calor y oxígeno. Aparece el desarrollo del coleóptilo y la coleorriza.

2. Emergencia: demora entre 5 a 10 días según temperatura del suelo y humedad. El coleóptilo es el órgano que emerge primero.
3. Macollamiento: las macollas o tallos secundarios aparecen de las yemas axilares del primer tallo. El número y vigor de éstas determinará en un porcentaje significativo el número de espigas verdaderas, un componente del rendimiento.
4. Encañado: comienza con la aparición del primer nudo y se determina antes de que se haga presente sobre la superficie del suelo. En ese momento es posible visualizar la futura espiga, la cual se encuentra justo sobre dicho nudo, presentando un tamaño de aproximadamente 5 mm. De ahí en adelante se produce un rápido crecimiento de los tallos, los cuales, durante la etapa de encañado, van estructurándose en base a la formación de nuevos nudos y entrenudos. El término de esta etapa hace referencia a la aparición de las aurículas de la bandera que precede la aparición de las aristas o barbas.
5. Espigadura: esta se realiza a continuación de la emergencia de las aristas, de uno o dos días después, teniendo en cuenta el genotipo. La espigadura termina al quedar expuesto el collar de la espiga.
6. Floración: ocurre con la aparición del primer estambre, días después de la espigadura. La apertura de las flores comienza en el segundo tercio de la espiga empezando por la espiguilla central y posteriormente las laterales y continúa hacia arriba y hacia abajo. La flor se abre por 100 minutos, pero la extrusión de las anteras y su dehiscencia es de solamente 10 minutos. La floración se completa en dos días.
7. Formación del grano: el crecimiento del grano dentro de la flor es muy rápido en longitud, terminando el séptimo día y comienza a aumentar la materia seca del grano. En las cebadas cerveceras al noveno día las glumas se adhieren al grano y estos se vuelven amarillentos. A las dos semanas comienza el estado de grano pastoso, coincidente con el máximo contenido de agua del grano y el fin del aumento de la materia seca. El llenado del grano dependerá del

suministro de carbohidratos y citoquininas. Al final de esta expansión las células acumularán carbohidratos y proteínas. El llenado del grano en la cebada se completa en 30 días después de antesis.

2.2.3 AGROTECNIA

2.2.3.1 Siembra y densidad de siembra

Según PRODELESA (2009, en línea), la cantidad de semilla empleada oscila entre 120 y 160 kg/ha. La siembra a chorrillo con sembradora es el método más recomendable, pues hay un mayor ahorro de semilla, las poblaciones de plantas son más uniformes y hay una menor incidencia sectorial de enfermedades. Se suele realizar con distancias que varían algo entre líneas. Son corrientes las sembradoras fijas que guardan una distancia entre líneas de 17 ó 18 cm.

BUSTAMANTE J. (2000, en línea) recomienda que la distancia de siembra adecuada es 0,17 m entre hileras y 45 a 65 plantas por metro lineal, con profundidad, 3 a 5 cm.

2.2.3.2 Control de malezas

LABRADA R. (1996) aclara que el incremento de la densidad del cultivo se considera una vía útil para inhibir el desarrollo de la avena; en términos de densidad de siembra, el trigo y la cebada, sembradas a razón de 200 kg de semillas por hectárea reducen mucho más la densidad de avena silvestre que cuando se utiliza la mitad de la norma de semilla indicada; y contrariamente, bajas densidades de semilla (40 – 60 kg/ha) contribuyen a un rápido incremento de la población de avena silvestre.

Según CAMACHO R. (1981), la presencia de malas hierbas depende en gran medida del laboreo precedente a la siembra de la cebada; el barbecho, en áreas

semiáridas, al igual que el laboreo con vertedera junto a la aplicación de herbicidas, proporcionan un control efectivo de las malas hierbas. El empleo de herbicidas debe integrarse con las prácticas culturales, que proporcionan un control integrado de las malas hierbas, teniendo en cuenta que la cebada es un cultivo de bajos costos de producción y que el empleo de ciertos tratamientos herbicidas, aconsejables en el trigo, pueden no ser conveniente en la cebada desde el punto de vista económico.

2.2.3.3 Fertilización

Según MOLINA J. (1989), la extracción media en elementos nutritivos, por hectárea y por tonelada producida, es la siguiente:

26 kg de N

20,5 kg de P₂O₅

25 kg de K₂O

GUERRERO GARCÍA A. (2000) recomienda que el fósforo, el potasio y parte del nitrógeno deben aplicarse en fondo. El nitrógeno de cobertura debe aplicarse temprano por dos razones: la primera porque la cebada tiene mayor necesidad de los elementos nutritivos en la primera parte de su desarrollo; la segunda porque el nitrógeno aportado tarde favorece más el encamado.

GISPER C. (2002) expresa que la dosis de abono y la fecha de aplicación varían según la finalidad del cultivo. Si se produce forraje, interesa incrementar al máximo la biomasa; por tanto, será recomendable aplicar dosis elevadas de nitrógeno. Al cultivar cebada cervecera deben disminuirse las dosis de nitrógeno, ya que este elemento está directamente relacionado con el contenido de proteína, que determina la aptitud del grano para elaborar malta. Las aportaciones deben realizarse en dos tandas, la mitad con la siembra y la otra mitad al final del ahijamiento. Los restantes nutrientes pueden aplicarse conjuntamente en la siembra.

AGROFORO. (2003, en línea) señala que las dosis de P y K dependen del nivel de fertilidad del suelo, teniendo en cuenta que si no se entierran las pajas, la dosis de K necesaria puede ser hasta el doble de lo normal. En el cuadro 4 muestran las dosis indicativas para los tres elementos según el nivel de producción (mínimo para suelos fértiles y buenas restituciones al suelo y máximo para poco fértiles y poca restitución).

Cuadro 4. Dosis indicativas para los tres elementos, según el nivel de producción.

Producción (kg/ha)	Nitrógeno (N) (kg/ha)	Fósforo (P ₂ O ₅) (kg/ha)	Potasio (K ₂ O) (kg/ha)
2 000	30 - 70	20 - 60	20 - 60
4 000	60 - 140	40 - 80	40 - 80
8 000	120 - 240	70 - 160	70 - 160

TORRES H. y LAZCANO I. (s. f., en línea) demostraron en un ensayo que con una fertilización balanceada N-P-K desde el inicio del cultivo se obtienen plantas de mayor vigor, no existiendo el problema de acame aún a mayores densidades de siembra, lo que permite obtener mayores rendimientos. Utilizaron una densidad de 170 kg y un tratamiento de fertilización 240-120-40 (N-P₂O₅-K₂O), aplicándose a la siembra 400 kg/ha de la fórmula 10-30-10 en forma de complejo físico y posteriormente dos aplicaciones de 100 kg/ha de nitrógeno utilizándose amoníaco anhídrido (82 % N); obtuvieron como resultado 16,7 t/ha de follaje y 7,52 t/ha de grano.

Según CIAMPITTI I. y GARCÍA F. (2007), los requerimientos nutricionales de los cultivos varían con el nivel de producción (fertilización y tecnología de manejo de cultivos), suelo, clima y ambiente; en el cuadro 5 menciona los

requerimientos de absorción total y su correspondiente extracción en los órganos cosechables.

Cuadro 5. Cantidad de nutriente total absorbido y extraído en grano expresado en kg por tonelada de grano base seca.

Nutriente	Absorción total (kg/t)	Extracción en grano (kg/t)
Nitrógeno	26	15
Fósforo	4	3
Potasio	20	5
Magnesio	3	1
Azufre	4	2

2.2.3.4 Cosecha

ASERCA MX. (1995) explica que la cosecha de este cereal se realiza cuando los granos están ya maduros, conteniendo el porcentaje de humedad adecuado (alrededor del 45 %); acorde al grado de humedad que contenga el grano, deberá realizarse la cosecha en sus diversas etapas. Para la siega o corte de los tallos recomienda realizarla cuando la humedad es de aproximadamente 40 %; el agavillado o colocación de atados podrá realizarse inmediatamente a la siega, con el fin de que los granos de la cebada empiecen a perder humedad y posmadurar, acomodando de 6 hasta 40 gavillas de 5 kg de peso cada una, en una hacina que les permita protegerse del clima y a su vez propiciando la desecación por la acción del sol y viento. Cuando los granos contienen una humedad del 28 % es posible empezar su trilla, tiempo en el que los granos se desprenden de la paja, para ser limpiados mediante cestos, harneros u horquillas cribas y llevados hacia su lugar de almacenaje, cerciorándose que el contenido de humedad no exceda, en ningún

caso, el 14 %, para evitar la generación de calor y la proliferación de hongos en el grano apilado.

PLANTPROTECTION (s. f., en línea) menciona que el grano cosechado debe tener como máximo 13 % de humedad, ya que si es mayor obliga a secar artificialmente el grano. Con humedad alta las barbas se desprenden difícilmente del grano causando atoramientos en cosecha y problemas en la recepción. La hora de comienzo de la trilla debe ser cuando haya disminuido la humedad relativa causada normalmente por el rocío nocturno.

2.2.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES

ORTEGA CAMPOS G. (2002, en línea) asegura que los pulgones (*Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, *Schizapis graminum*), producen importantes daños en la cebada, sobre todo el primero de ellos, pues es el principal vector del virus del enanismo amarillo (BYDV).

Según MARTINEZ C. *et al* (2005), las enfermedades en la cebada son uno de los factores más limitantes en el logro de rendimientos y calidad del grano altos y estables, así como una de las principales causas de retiro de cultivares de producción. Los principales componentes de este complejo sanitario son:

- ◆ Manchas foliares (mancha en red causada por *Drechslera teres*).
- ◆ Mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana*.
- ◆ Escaldadura causada por *Rynchosporium secalis*.
- ◆ La roya de la hoja causada por *Puccinia hordei*.
- ◆ La fusariosis de la espiga causada principalmente por *Fusarium graminearum* y *F. poae*.

La mejor forma de minimizar los costos de manejo de las enfermedades y maximizar los rendimientos es incluir control en cada etapa de desarrollo del cultivo, desde la elección del terreno y cultivar a sembrar, sanidad de la semilla a

utilizar, fecha de siembra, eventualmente la estrategia de control químico a utilizar. Sólo a través de un uso combinado de las herramientas de manejo disponibles es posible minimizar los riesgos de que las enfermedades alcancen niveles capaces de disminuir rendimientos y calidad de grano.

LEUCK D. y HAMMONS R. (1974, en línea) mencionan que, desde el punto de vista nutricional, la susceptibilidad de las plantas a los patógenos e insectos se relaciona con los niveles bajos de calcio y fósforo en combinación con presencia de alto contenido relativo de N en los tejidos. La susceptibilidad a los patógenos y plagas es una característica varietal que puede controlarse modificando la tasa de transporte de fotosintatos evitando la acumulación excesiva de almidones en las hojas.

Según PEREYRA S. y STEWART S. (2004), el período crítico de ataque de enfermedades en cebada abarca los 20 días antes de la floración, a diferencia del trigo, que se extiende desde 20 días antes hasta 10 días después.

2.3 VARIEDADES DE CEBADA SEMBRADAS EN EL ECUADOR

FALCONÍ E., GARÓFALO J. y VACA C. (2010) evaluando el comportamiento agronómico y reacción de enfermedades de 5 variedades de cebada cervecera en tres localidades de la Sierra de Ecuador, determinaron que, en la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, Pichincha (cuadro 6), no existe diferencia estadística entre las variedades, lo que indica que tuvieron un comportamiento similar; la variedad con mayor rendimiento fue INIAP – Cañicapa 03 con un valor de 4 573 kg/ha, mientras que la variedad con menor rendimiento fue Grit con 4 469 kg/ha. El promedio general del ensayo fue 4 514 kg/ha.

Para el rendimiento por localidad (cuadro 7), existen tres rangos de significación, ubicándose en el primer rango la Granja Experimental Chuquipata con promedio de 5 003 kg/ha y se destaca la variedad Scarlett con 6 333 kg/ha; mientras que en

el último rango se ubicó la Hacienda Cobuendo con un promedio de 2 387 kg/ha en donde se destaca la variedad Metcalfe con 2 874 kg/ha. El promedio general fue 3 968 kg/ha.

Cuadro 6. Resultados obtenidos en experimento realizado en la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, Pichincha. 2009.

Variedades	Variables						
	Germinación (%)	Altura de planta	Número de macollos	Días al espigado	Peso hectolítrico (kg/Hl)	Peso de mil semillas (g)	Rendimiento (kg/ha)
INIAP – Cañicapa 03	100	103	5,75	97	62,6	63,7	4573
Metcalfe	100	80	6,25	100	64,0	-----	4542
Scarlett	100	63	7,5	101	56,5	36,2	4500
Clipper	100	75	7,25	90	66,99	48,0	4484
Grit	97,5	70	7,5	101	58,9	39,3	4469

Fuente: FALCONÍ E., GARÓFALO J. y VACA C. (2010)

Cuadro 7. Resultados del rendimiento promedio por localidad de 5 variedades de cebada cervecera. 2009.

Localidad	Provincia	Rendimiento promedio (kg/ha)
Granja Experimental Chuquipata	Cañar	5003,33 a
Estación Experimental Santa Catalina	Pichincha	4513,54 b
Hacienda Cobuendo	Imbabura	2386,67 c
Promedio general		3967,85

Fuente: FALCONÍ E., GARÓFALO J. y VACA C. (2010)

Diferencia Mínima Significativa (5 %)

CAZCO LOGROÑO C. (1978), en un experimento realizado en la Estación Experimental Santa Catalina, utilizando dos variedades de cebada (cuadro 8), determinó que el ciclo completo para la variedad Clipper fue 153 días y para Duchicela, 172 días, es decir, hubo tres semanas de diferencia en cuanto a precocidad; ambas variedades rindieron en forma muy diferente, hubo una diferencia de 2 556,05 kg/ha, lo cual acusa un 36 % de menor rendimiento en la variedad Clipper, presentando la variedad Duchicela un comportamiento superior. El promedio de temperatura durante el experimento fue 12,2 °C, y los promedios máximo y mínimo fueron 21,1 °C y 4,2 °C, respectivamente.

Cuadro 8. Resultados obtenidos en experimento titulado "Efecto de la fertilización química bajo cuatro densidades de siembra en dos variedades de cebada", Estación Experimental Santa Catalina - INIAP, Pichincha. 1978.

Variables	Variedades	
	Clipper	Duchicela
Días a la germinación	13	13
Días al espigado	77,3	103,18
Días a la madurez fisiológica	153,7	172,1
Altura de planta	85,6	137,4
Longitud de espiga	5,76	6,35
Número de macollos por planta	3,9	2,7
Número de granos por espiga	18,93	47,95
Peso hectolítrico (kg/Hl)	62,24	61,11
Peso de mil semillas (g)	40,23	44,92
Rendimiento (kg/ha)	1460,6	4016,7

Fuente: CAZCO LOGROÑO C. (1978)

En resumen, la literatura manifiesta que la cebada es una monocotiledónea de la familia de las gramíneas, género *Hordeum* y se lo cultiva en la región Sierra.

Responde muy bien a suelos de textura liviana (franco, franco limoso, y franco arcilloso) y profundos, siendo por lo tanto menos recomendables los suelos de textura muy pesada (arenosos y arcillosos); y pH entre 6,0 y 8,5; no tolera salinidad superiores a $4 - 5 \text{ dSm}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ durante la germinación y el estadio de plántula, mientras que en las restantes fases su tolerancia aumenta análogamente.

La temperatura para la germinación va de 3 a $4 \text{ }^\circ\text{C}$, la temperatura óptima es $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y la máxima entre $28 \text{ }^\circ\text{C}$ y $30 \text{ }^\circ\text{C}$; tiene como ventaja que exige más agua al principio de su desarrollo que al final, es más resistente a la sequía que el trigo. El óptimo de precipitación anual está alrededor de 700 mm , pero se puede cultivar en regiones de hasta $1\ 000 \text{ mm}$ anuales. Acepta amplios rangos de fotoperiodo; se puede cultivar en periodos de días cortos y días largos.

En relación al crecimiento de esta gramínea, la literatura menciona siete fases de desarrollo: germinación, emergencia, macollamiento, encañado, espigadura, floración y formación del grano.

La cantidad de semilla a emplear es muy variable; normalmente la cantidad empleada oscila entre 120 y 160 kg/ha . La siembra a chorrillo con sembradora es el método más recomendable, pues hay un mayor ahorro de semilla.

En cuanto a fertilización, extrae 26 kg de nitrógeno, $20,5 \text{ kg}$ de fósforo y 25 kg de potasio por tonelada producida; la aplicación de los fertilizantes debe estar en relación al análisis químico del suelo.

Bajo estos criterios, la investigación pretende verificar el comportamiento

agronómico de seis germoplasmas bajo las condiciones agroecológicas de Sinchal,
provincia Santa Elena.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en la finca “La Pampa”, propiedad del señor Hugo Borbor, ubicada en la comuna Sinchal, cantón Santa Elena, a 54 km de la cabecera cantonal, como parte del proyecto de investigación “Comportamiento agronómico de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) en las condiciones agroecológicas de tres localidades, en la provincia de Santa Elena” ejecutado por el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) con la colaboración del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Santa Catalina.

Está situada a una altura de 47 msnm. La topografía es plana; la zona se caracteriza por presentar temperaturas bien diferenciadas de mayo a diciembre con un promedio de 24 °C y entre los meses de enero a abril 27,2 °C. La humedad relativa oscila entre 74 y 82 % y la precipitación alrededor de 100-250 mm (entre diciembre y mayo). Sus coordenadas geográficas son: Latitud Sur 1° 56' 9" y Longitud Oeste 80° 41' 20".

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

Para realizar el experimento se utilizaron los siguientes materiales:

- Machete
- Estacas
- Piola
- Azadón
- Pala
- Rastrillo

- Flexómetro
- Mangueras
- Cinta para medir
- Lupa
- Regadera
- Bomba manual de mochila (20 litros)
- Martillo.
- Cuaderno de apuntes
- Calculadora
- Letreros

3.3 CARACTERÍSTICAS AGROQUÍMICAS DEL SUELO Y AGUA

Muestras representativas del suelo y agua fueron enviadas al Laboratorio de suelos, Tejidos Vegetales y Agua de la Estación Experimental INIAP, Santa Catalina, con los siguientes resultados:

Suelo:

Nitrógeno	38,00 ppm	Medio
Fósforo	27,00 ppm	Alto
Azufre	302,00 ppm	Alto
Potasio	1,30 meq/100 ml	Alto
Calcio	18,70 meq/100 ml	Alto
Magnesio	9,00 meq/100 ml	Alto
Zinc	1,70 ppm	Bajo
Cobre	4,00 ppm	Medio
Hierro	8,00 ppm	Bajo
Manganeso	2,90 ppm	Bajo
Boro	2,90 ppm	Tóxico
pH	7,70	Ligeramente alcalino
Materia orgánica	1,00	
Sumatoria de bases	29,00	
Clase de textura	Limoso	

Agua:

C.E.	3,58 dS/m
Ca	413,00 mg/l
Mg	96,30 mg/l
Na	189,50 mg/l
K	14,00 mg/l
HCO ₃ ⁻	512,4 mg/l
Cl ⁻	617,70 mg/l
SO ₄ ⁼	370,70 mg/l
B	2,20 mg/l
pH	7,20
RAS	2,18 regular
Dureza	1428,20 muy dura

3.4 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE EL EXPERIMENTO

Los datos de las condiciones meteorológicas que se presentaron durante el experimento (cuadros 9 y 10) fueron tomados de la Estación Meteorológica San Pedro de Manglaralto, situado a 5 km del ensayo.

Cuadro 9. Pluviosidad durante el experimento

Meses	mm
oct-09	14,027
nov-09	9,2
dic-09	3,816
ene-10	29,92

Fuente: Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM)
Departamento de Análisis Ambiental
San Pedro de Manglaralto, provincia de Santa Elena

3.5 MATERIAL VEGETATIVO

Para la presente investigación se introdujeron las siguientes variedades: Terán, INIAP Cañicapa 03, Clipper (cuadros 11, 12 y 13), Grit, Metcalfe y Scarlett, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Santa Catalina. Las características agronómicas de las variedades Grit, Metcalfe y Scarlett no fueron proporcionadas por el INIAP.

Cuadro 10. Temperaturas durante el experimento.

Días	Temperaturas medias/día			
	2009			2010
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1	23,00	24,70	24,70	26,90
2	22,93	24,00	25,30	25,90
3	24,93	23,70	24,30	27,70
4	22,67	22,50	26,00	26,90
5	23,87	22,90	25,60	27,60
6	24,40	24,50	26,70	27,50
7	24,40	23,90	23,90	26,30
8	24,50	25,40	24,70	26,60
9	24,47	23,00	26,10	27,20
10	22,60	22,40	26,00	26,70
11	24,53	22,10	25,90	24,70
12	22,67	22,80	25,70	26,30
13	24,40	22,30	24,90	28,30
14	24,40	25,10	25,80	28,00
15	22,87	23,00	26,30	26,40
16	22,40	23,50	24,80	28,60
17	22,87	22,50	26,60	27,50
18	22,30	22,90	25,60	26,50
19	22,20	24,10	25,10	25,90
20	21,80	25,00	27,10	26,60
21	22,27	24,70	27,00	27,10
22	23,93	26,20	25,40	27,10
23	22,40	26,20	24,70	27,80
24	22,13	24,70	27,10	27,20
25	23,60	23,90	27,40	28,10
26	22,20	25,40	24,80	28,00
27	23,40	24,90	27,50	27,10
28	24,67	24,70	27,10	27,70
29	23,00	25,10	26,80	28,80
30	24,67	22,70	26,50	27,20
31	23,00	---	26,00	29,80
Temperaturas medias mensuales	23,3	24,0	25,9	27,2

Fuente: Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM)
Departamento de Análisis Ambiental
San Pedro de Manglaralto, provincia de Santa Elena

Cuadro 11. Características agronómicas de la variedad INIAP-Cañicapa 03

Zonas de cultivo	La variedad es recomendada para las zonas cerealeras de las provincias de Cañar y Loja, en altitudes de 2 400 a 3 200 msnm.
Rendimiento	Rendimiento experimental, 6 - 7 t/ha; rendimiento a nivel de agricultor, 3 - 5 t/ha.
Origen	Desarrollada por el Programa de Cebada y Trigo del INIAP para la sierra sur. Proviene de la cruce de la variedad INIAP Shyri 89 con la línea GAL/P/PI6384//ESCII-II-72-607-1E-1E-1E-5E.
Características morfológicas y agronómicas	Altura de planta, 110 - 130 cm; número de hileras, 2; número de macollos, 8 - 10; tallo tolerante al vuelco; número de granos por espiga, 30; espiga barbada, 12 cm de longitud; densidad de espiga, compacta; color de espiga, amarillo claro; color de grano, amarillo claro; forma de grano, oblongo; peso de 1 000 granos, 62 g. Días al espigamiento, 85 - 90; ciclo vegetativo, 170 - 180 días. Para la siembra mecánica se requiere 110 kg/ha y para manual 136 kg/ha a una profundidad no mayor a 5 cm.
Características de calidad	Al 14 % de humedad: cenizas 2,36 %; Extracto etéreo 1,53 %; Proteína 13,99 %; Fibra 5,65 %; Extracto libre de nitrógeno 62,47 %; Almidón 46,84 %.
Resistencia a plagas y enfermedades	Resistente a roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>), roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>), escaldadura (<i>Rhynchosporium secalis</i>), fusarium (<i>Fusarium nivale</i>), carbón desnudo (<i>Ustilago nuda</i>).

Fuente: INIAP 2003

Cuadro 12. Características agronómicas de la variedad Terán

Zonas de cultivo	Buena adaptación en la región interandina, desde 2 500 hasta 3 300 msnm, y es recomendada para las provincias de Chimborazo, Bolívar, Cañar y Azuay.
Rendimiento	Promedio 2 715 kg/ha, rango de rendimiento 1 500 a 5 400 kg/ha.
Origen	Proviene de una selección de plantas de la línea Abyssinian 669 introducida al programa dentro de una colección internacional en 1970.
Características morfológicas y agronómicas	Altura de planta, 95 - 105 cm; número de hileras, 2; número de macollos, 5 - 8; hojas de color verde claro; espiga barbada media semicompacta, de 8 a 10 cm de longitud, color verde claro al espigamiento, café morado en estado acuoso, amarillo pálido a la madurez fisiológica; número de granos por espiga, 28 a 32; peso de 1 000 granos, 40 - 50 g; forma del grano, oblongo alargado semi-grueso, de color amarillo claro. Ciclo vegetativo de 145 días (siembra a floración 80 días, floración a madurez 65 días).
Características de calidad	Peso hectolítrico, 60 a 65 kg/hl; proteína total a base seca, 13 - 15 %; extracto a base seca, 75 %.
Resistencia a plagas y enfermedades	Resistente a roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i> f. <i>sp. hordei</i>) y al escaldado o lancha (<i>Rynchosporium secalis</i>); moderada resistencia a manchas de la hoja (<i>Helminthosporium gramineum</i> , <i>H sativum</i> y <i>H. teres</i>); moderada susceptibilidad a enanismo amarillo (BYDV) y a la roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>).

Fuente: INIAP 2003

Cuadro 13. Características agronómicas de la variedad Clipper

Altura de planta	95 - 100 cm
Días al espigamiento	75 - 80
Ciclo del cultivo	150 - 160 días
Rendimiento	Promedio 800 kg/ha
Reacción a enfermedades	Susceptible a roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>), roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>), escaldura (<i>Rhynchosporium secalis</i>), fusarium (<i>Fusarium nivale</i>) y carbón desnudo (<i>Ustilago nuda</i>).
Reacción a stress hídrico	Susceptible

Fuente: INIAP 2003

3.6 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos son las variedades: Metcalfe (T1), INIAP-Cañicapa 03 (T2), Grit (T3), Terán (T4), Clipper (T5) y Scarlett (T6). Hubo cuatro réplicas y el diseño utilizado fue bloques completamente al azar. El cuadro 14 muestra los grados de libertad del experimento y la figura 1 y 2 la distribución de los tratamientos y el diseño de una parcela experimental, respectivamente.

Cuadro 14. Grados de libertad del experimento

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	5
Error experimental	15
Total	23

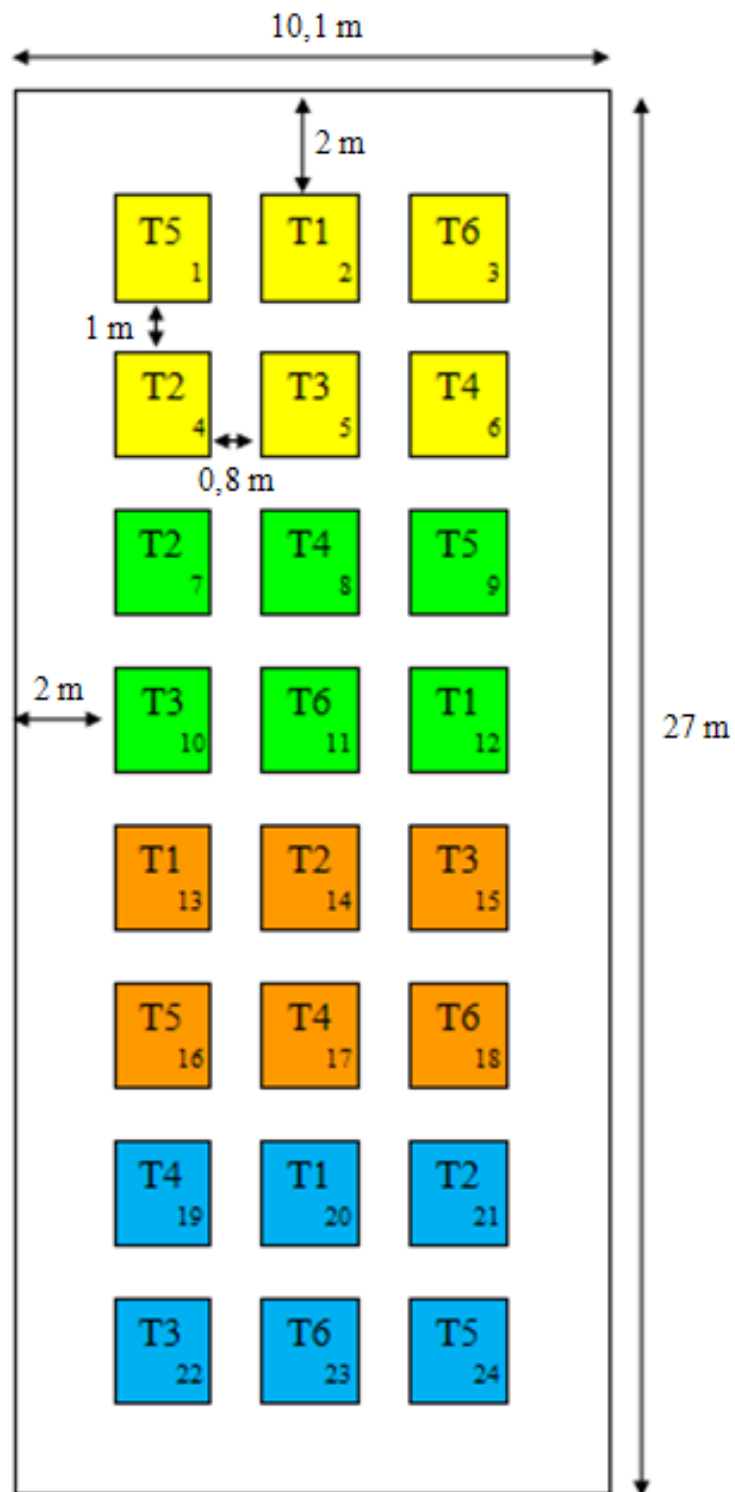


Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el campo.

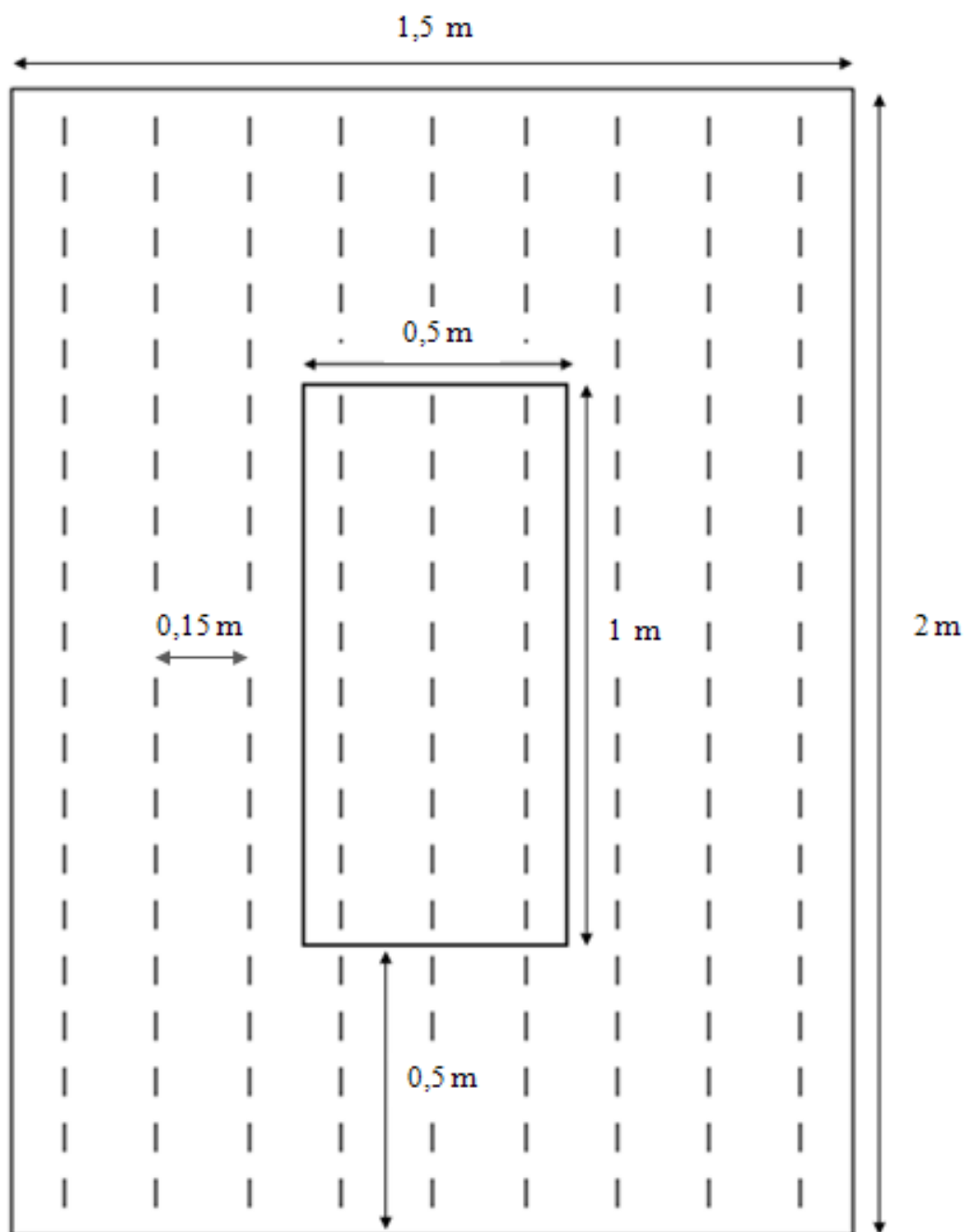


Figura 2. Diseño de parcela experimental.

3.6.1 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

a. Diseño:	Bloque completamente al azar
b. Número de tratamientos:	6
c. Número de repeticiones:	4
d. Número total de parcelas:	24
e. Área total de la parcela: 1,5 x 2	3 m ²
f. Área útil de la parcela: 0,5 x 1	0,50 m ²
g. Área del bloque: 10 x 2	20 m ²
h. Área útil del bloque: 0,50 x 4	2 m ²
i. Efecto de borde: 0,50 + 0,50	1 m
j. Distancia entre hilera:	0,15 m
k. Distancia entre planta:	chorro continuo
l. Longitud de hilera:	2 m
m. Número de semillas por metro lineal:	60
n. Número de hileras:	9
o. Numero de semillas por parcela:	1 080
p. Número de semillas en experimento:	28 080
q. Forma de la parcela:	rectangular
r. Distancia entre parcela:	0,80 m
s. Distancia entre bloque:	1 m
t. Distancia del borde perimetral por los 4 lados:	2 m
u. Área útil del experimento: 0,50 x 24	12 m ²
v. Área neta del experimento: 3 x 24	72 m ²
w. Área total del experimento: 10,1 x 27	272,7 m ²

3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1 PREPARACIÓN DE SUELO

Realizada con arado y rastra, para tener las condiciones óptimas del suelo; con rastrillo y azadón se procedió a desmenuzar el suelo, elaborando las camas para la siembra (figura 1A).

3.7.2 DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA

Con Vitavax (fungicida), utilizando 3 g por cada kilogramo de semilla.

3.7.3 SIEMBRA

Manual a chorro continuo (figura 2A), colocando las semillas en hileras individuales a 15 cm y 3 cm de profundidad, sembrando aproximadamente 0,046 kg de semilla por parcela, es decir 153 kg por hectárea.

3.7.4 RIEGO

Sistema de riego por inundación (figura 3A). Frecuencia de riego, dependiendo de las condiciones climáticas y de las necesidades hídricas del cultivo; se aplicó aproximadamente 6 444,4 m³ de agua.

3.7.5 FERTILIZACIÓN

La dosis general para todos los tratamientos fue N₈₀, utilizando como fuente de nitrógeno el sulfato de amonio (21 % de nitrógeno), 50 % a los 20 días y el resto a los 40 días.

3.7.6 CONTROL DE MALEZA

Con herbicida Barredol, aplicando 1 L por hectárea.

3.7.7 CONTROL FITOSANITARIO

Realizado dependiendo de las plagas y enfermedades que presentó el cultivo en el transcurso del experimento. La plaga más representativa fue el pulgón, que se controló con el insecticida Piryclor con dosis de 1 cc/L de agua (figura 8A). En forma preventiva se empleó fungicida Tilt en dosis de 1 cc/L de agua, para el control de roya.

3.7.8 COSECHA

Cosecha manual aproximadamente a los 110 días después de la siembra, para lo cual se cortaron las espigas y se enviaron al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Santa Catalina para su correspondiente trillado.

3.8 VARIABLES EXPERIMENTALES

3.8.1 EN EL CULTIVO

3.8.1.1 Etapas fenológicas

Días transcurridos en cada etapa, considerando el 50 % de las plantas de cada tratamiento; las fases evaluadas son las siguientes:

- Germinación
- Ahijamiento
- Encañado
- Espigado
- Maduración

3.8.1.2 Altura de la planta a los 20, 40 y 60 días

Se tomaron como muestras 10 plantas del área útil de cada tratamiento; medida de la base del tallo hasta el ápice (figura 7A) y expresada en centímetros.

3.8.1.3 Número de macollos

Número de macollo de 10 plantas del área útil de cada tratamiento.

3.8.1.4 Longitud de espiga

Longitud de 10 espigas sin aristas de cada tratamiento, tomada del área útil y promedio expresado en centímetros.

3.8.2 EN LA COSECHA

3.8.2.1 Cantidad de granos llenos y vanos.

Número de granos llenos y vanos de 10 espigas del área útil de cada tratamiento.

3.8.2.2 Peso de 1 000 semillas.

Peso de 1 000 grano expresado en gramos.

3.8.2.3 Rendimiento por hectárea

Peso del área útil derivada a kilogramos por hectárea.

3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO

Comprende solamente los costos de producción de todos los tratamientos por

tratarse de un cultivo no tradicional en la provincia de Santa Elena y la investigación de carácter exploratoria.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 EN EL CULTIVO

4.1.1.1 Días a la germinación.

Los datos obtenidos en la variable días a la germinación, se muestran en el cuadro 15. El valor máximo ocurre en el tratamiento 3, correspondiente a la variedad Grit con 5,3 días y el menor, al tratamiento 6, variedad Scarlett, con 3,50 días.

Según el análisis de la varianza, hay diferencia significativa entre los tratamientos (cuadros 3A y 4A); la prueba de Tukey al 5 % determina la formación de tres grupos estadísticos. El coeficiente de variación es 10,15 % con un promedio general, 4,38 días.

Cuadro 15. Comparación de medias, días a la germinación. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
6	Scarlett	3,5 a
1	Metcalfe	4,0 a b
2	INIAP-Cañicapa 03	4,0 a b
4	Terán	4,5 a b c
5	Clipper	5,0 b c
3	Grit	5,3 c
Media general		4,38

C.V.= 10,15 %

Tukey = 1,02031

4.1.1.2 Días al ahijamiento

El tratamiento 5, que corresponde a la variedad Clipper, muestra el mayor promedio con 17,0 días y el tratamiento 1, variedad Metcalfe, el menor con 13,0 días, cuadro 16.

Los cuadros 5A y 6A detallan según el análisis de la varianza, diferencia significativa entre tratamientos; la prueba de Tukey al 5 % determinó la formación de tres grupos estadísticos.

El coeficiente de variación es 3,54 % con un promedio general 16,83 días.

Cuadro 16. Comparación de medias, días al ahijamiento. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
1	Metcalfe	15,0 a
3	Grit	16,0 a b
6	Scarlett	17,0 b
4	Terán	17,0 b
2	INIAP-Cañicapa 03	17,0 b
5	Clipper	19,0 c
Media general		16,83

C.V.= 3,54 %

Tukey = 1,36996

4.1.1.3 Días al encañado

El valor máximo lo obtuvo el tratamiento 3, que corresponde a la variedad Grit, con 62,5 días y el menor valor el tratamiento 5, variedad Clipper, con 49,0 días, cuadro 17.

El análisis de la varianza (cuadros 7A y 8A) de igual forma determina diferencias entre los tratamientos; la prueba de Tukey al 5 % señala cuatro grupos estadísticos.

El coeficiente de variación es 1,52 % con un promedio general 57,0 días.

Cuadro 17. Comparación de medias, días al encañado. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
5	Clipper	49,0 a
4	Terán	53,0 b
2	INIAP-Cañicapa 03	58,5 c
1	Metcalfe	59,0 c
6	Scarlett	60,0 c
3	Grit	62,5 d
Media general		57,0

C.V. = 1,52 %

Tukey = 1,99705

4.1.1.4 Días al espigado

El resumen de esta variable determinó que el mayor promedio lo consiguió el tratamiento 2, correspondiente a la variedad INIAP-Cañicapa 03, con 82 días y el tratamiento 5, variedad Clipper obtuvo el menor valor, 59,0 días, cuadro 18.

Sometidos los resultados al análisis de la varianza (cuadros 9A y 10A), se determinó diferencias entre los tratamientos; la prueba de Tukey al 5 % establece cinco grupos estadísticos.

El coeficiente de variación es 1,68 % con un promedio general 70,58 días.

Cuadro 18. Comparación de medias, días al espigado. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
5	Clipper	59,0 a
4	Terán	63,0 b
6	Scarlett	71,0 c
1	Metcalfe	72,0 c
3	Grit	76,5 d
2	INIAP-Cañicapa 03	82,0 e
Media general		70,58

C.V. = 1,68 %

Tukey = 2,72920

4.1.1.5 Días a la maduración

La variedad INIAP Cañicapa 03 con 122 días fue la más tardía; en cambio, las condiciones agroecológicas de Sinchal definen a la variedad Clipper como la más precoz con 29 días.

El análisis de la varianza (cuadros 11A y 12A) determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos; según la prueba de Tukey al 5 % los tratamientos 5 y 4 son diferentes; el tratamiento 6, 1 y 3 forman otro grupo; el tratamiento 2 es diferente a los demás.

El coeficiente de variación es 0,88 % con un promedio general 110,0 días.

Cuadro 19. Comparación de medias, días a la maduración. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
5	Clipper	99,0 a
4	Terán	103,0 b
6	Scarlett	111,0 c
1	Metcalfe	112,0 c
3	Grit	113,0 c
2	INIAP-Cañicapa 03	122,0 d
Media general		110,0

C.V. = 0,88 %

Tukey = 2,21960

4.1.1.6 Altura de planta a los 20, 40 y 60 días.

El mejor promedio a los 20 días se consiguió en el tratamiento 2, que corresponde a la variedad INIAP-Cañicapa 03 con 32,27 cm y el menor resultado para el tratamiento 3, variedad Grit, con 20,03 cm, cuadro 20.

El análisis de la varianza (cuadros 13A y 14A); demuestra que entre los tratamientos existe diferencia significativa; según la prueba de Tukey al 5 % existen tres grupos estadísticos.

El coeficiente de variación es 6,09 % con un promedio general 25,96 cm.

**Cuadro 20. Comparación de medias, altura de planta a los 20 días, cm.
Sinchal, 2009.**

Tratamientos		Medias
3	Grit	20,03 a
6	Scarlett	22,88 a b
5	Clipper	23,33 a b
1	Metcalfe	24,99 b
4	Terán	32,23 c
2	INIAP-Cañicapa 03	32,27 c
Media general		25,96

C.V. = 6,09 %

Tukey = 3,63341

A los 40 días (cuadro 21), el tratamiento 4 obtiene el promedio más alto, que corresponde a la variedad Terán con 67,20 cm, mientras que el tratamiento 3, variedad Grit, estableció el valor más bajo, con 49,74 cm.

Evaluated los resultados y sometidos al análisis de la varianza, como se observa en los cuadros 15A y 16A, se establece que a los 40 días existe diferencia significativa entre los tratamientos; la prueba de Tukey determinó la formación de tres grupos estadísticos en donde el tratamiento 3 es igual al tratamiento 6 y éste forma otro grupo con el tratamiento 5 y, por último, el tratamiento 5 forma otro grupo estadístico con los tratamientos 1, 2 y 4.

El coeficiente de variación es 5,35 % con un promedio general 59,98 cm.

**Cuadro 21. Comparación de medias, altura de planta a los 40 días, cm.
Sinchal, 2009.**

Tratamientos		Medias
3	Grit	49,74 a
6	Scarlett	55,13 a b
5	Clipper	59,98 b c
1	Metcalfe	63,05 c
2	INIAP-Cañicapa 03	64,78 c
4	Terán	67,2 c
Media general		59,98

C.V. = 5,35 %

Tukey = 7,36541

A los 60 días (cuadro 22) el tratamiento 5 obtuvo el mayor valor, variedad Clipper, con 77,50 cm y el tratamiento 3 continúa mostrando el valor más bajo, 57,35 cm.

Estos resultados, según el análisis de la varianza (cuadros 17A y 18A) reflejan diferencias significativas entre los tratamientos; la prueba de Tukey al 5 % determina la formación de cuatro grupos estadísticos.

El coeficiente de variación es 4,64 % con un promedio general 69,13 cm.

4.1.1.7 Número de macollos por planta a los 20 y 40 días.

Los resultados obtenidos en la variable número de macollos por planta a los 20

días, se especifican en el cuadro 23.

**Cuadro 22. Comparación de medias, altura de planta a los 60 días, cm.
Sinchal, 2009.**

Tratamientos		Medias
3	Grit	57,35 a
6	Scarlett	66,48 b
1	Metcalfe	67,98 b
2	INIAP-Cañicapa 03	69,75 b c
4	Terán	75,70 c d
5	Clipper	77,50 d
Media general		69,13

C.V. = 4,64 %

Tukey = 7,36985

El tratamiento 1 obtuvo el promedio más alto, que corresponde a la variedad Metcalfe, con 2,09 macollos por planta y el más bajo, el tratamiento 5, corresponde a la variedad Clipper, con 1,2 macollos por planta.

Según el análisis de la varianza (cuadros 19A y 20A) existe diferencia significativa entre tratamientos; la prueba de Tukey al 5 % determina a los 20 días la formación de dos grupos estadísticos en donde el tratamiento 5 es igual al tratamiento 6 y este forma otro grupo con los tratamientos 2, 4, 3 y 1.

El coeficiente de variación es 15,64 % con un promedio general 1,65 macollos por planta.

Cuadro 23. Comparación de medias, número de macollos por planta a los 20 días. Sinchal, 2009.

Variedad		Medias
5	Clipper	1,20 a
6	Scarlett	1,50 a b
2	INIAP-Cañicapa 03	1,64 a b
4	Terán	1,68 a b
3	Grit	1,79 a b
1	Metcalfe	2,09 b
Media general		1,65

C.V. = 15,64 %

Tukey = 0,59207

A los 40 días el tratamiento 2, que corresponde a la variedad INIAP Cañicapa 03, ofrece el mayor promedio con 4,78 macollos por planta y el tratamiento 6, variedad Scarlett, el menor valor con 3,20 macollos por planta, cuadro 24.

Los resultados sometidos al análisis de la varianza (cuadros 21A y 22A) determinaron que existe diferencia significativa entre tratamientos; la prueba de Tukey al 5 % determina a los 40 días tres grupos estadísticos.

El coeficiente de variación es 7,81 % con un promedio general 4,02 macollos por planta.

Cuadro 24. Comparación de medias, número de macollos por planta a los 40 días. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
6	Scarlett	3,20 a
4	Terán	3,80 a b
1	Metcalfe	3,88 a b
5	Clipper	4,03 b
3	Grit	4,40 b c
2	INIAP-Cañicapa 03	4,78 c
Media general		4,02

C.V. = 7,81 %

Tukey = 0,72035

4.1.1.8 Longitud de espiga

El mejor promedio lo consiguió el tratamiento 5, correspondiente a la variedad Clipper, con 8,70 cm y el menor lo obtuvo el tratamiento 1, variedad Metcalfe con 7,44 cm, cuadro 25.

El análisis de la varianza (cuadros 23A y 24A) determinó que los tratamientos tienen medias poblacionales iguales.

El coeficiente de variación es 11,00 % con un promedio general 8,0 cm.

Cuadro 25. Comparación de medias, longitud de espiga, cm. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
1	Metcalfe	7,44 a
3	Grit	7,66 a
4	Terán	7,87 a
2	INIAP-Cañicapa 03	8,06 a
6	Scarlett	8,25 a
5	Clipper	8,70 a
Media general		8,00

C.V. = 11,0 %

Tukey = 2,01965

4.1.2 EN LA COSECHA

4.1.2.1 Número de granos vanos y llenos por espiga

El tratamiento 2, variedad INIAP Cañicapa 03, obtiene el promedio más alto con 10,03 granos vanos por espiga, mientras que el tratamiento 5, variedad Clipper, estableció el valor más bajo con 3,48 granos vanos por espiga, cuadro 26.

Evalrados los resultados y sometidos al análisis de la varianza, como se observa en los cuadros 25A y 26A, se determina que existe diferencia significativa; según la prueba de Tukey al 5 % los tratamientos 5, 6, 1, 4 y 3 son iguales; tratamiento 2 es diferente a los demás.

El coeficiente de variación es 25,01 % con un promedio general 5,92 granos vanos por espiga.

**Cuadro 26. Comparación de medias, número de granos vanos por espiga.
Sinchal, 2009.**

Tratamientos		Medias
5	Clipper	3,48 a
6	Scarlett	3,73 a
1	Metcalfe	5,45 a
4	Terán	6,18 a
3	Grit	6,63 a
2	INIAP-Cañicapa 03	10,03 b
Media general		5,92

C.V. = 25,01 %

Tukey = 3,39703

Los datos obtenidos en la variable número de grano llenos por espiga se detallan en el cuadro 27. El mejor promedio se consiguió en el tratamiento 6, que corresponde a la variedad Scarlett con 15,28 granos llenos por espiga y el menor para el tratamiento 2, variedad INIAP-Cañicapa 03 con 2,25 granos llenos por espiga.

Estos resultados sometidos al análisis de la varianza (cuadros 27A y 28A) determinaron que existe diferencia significativa; la prueba de Tukey al 5 % determinó la formación de cuatro grupos estadísticos.

El coeficiente de variación es 13,47 % con un promedio general 9,93 granos llenos por espiga.

4.1.2.2 Peso de 1 000 semillas

En la variable peso de 1 000 semillas (cuadro 28), el tratamiento 5, variedad Clipper, obtuvo el mayor valor con 52,75 g y el tratamiento 2, variedad INIAP-Cañicapa 03, el más bajo con 32,60 g.

El análisis de la varianza (cuadros 29A y 30A) de igual forma determina que existe diferencia significativa entre los tratamientos; según la prueba de Tukey al 5 %, el tratamiento 2 es igual al tratamiento 1 y este forma otro grupo con los tratamientos 3 y 6 y, por último, el tratamiento 6 forma otro grupo con el tratamiento 4 y 5.

El coeficiente de variación es 8,76 % con un promedio general 43,04 g.

Cuadro 27. Comparación de medias, número de granos llenos por espiga. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
2	INIAP-Cañicapa 03	2,25 a
4	Terán	8,60 b
3	Grit	8,63 b
1	Metcalfé	11,73 c
5	Clipper	13,08 c d
6	Scarlett	15,28 d
Media general		9,93

C.V. = 13,47 %

Tukey = 3,07165

Cuadro 28. Comparación de medias, peso de 1 000 semillas, g. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
2	INIAP-Cañicapa 03	32,60 a
1	Metcalfe	37,28 a b
3	Grit	39,05 a b
6	Scarlett	45,69 b c
4	Terán	50,88 c
5	Clipper	52,75 c
Media general		43,04

C.V. 8,76 %

Tukey = 8,66258

4.1.2.3 Rendimiento por hectárea

El cuadro 29 indica el rendimiento por hectárea expresado en kilogramos. La variedad Clipper presentó mayor rendimiento con 4 861,61 kg/ha, seguido por Scarlett 3915,52 kg/ha; la variedad INIAP-Cañicapa 03 obtuvo el menor promedio 610,96 kg/ha.

Según el análisis de la varianza (cuadros 31A y 32A) existe diferencia significativa entre las variedades; la prueba de Tukey indica que existen cuatro grupos estadísticos. La variedad INIAP-Cañicapa 03 y Grit son diferentes; la variedad Grit forma otro grupo con la variedad Terán y Metcalfe, este grupo es diferente a Scarlett; la variedad Clipper es diferente a las demás.

El coeficiente de variación es 11,97 % con un promedio general 2 967,30 kg.

Cuadro 29. Comparación de medias, rendimiento por hectárea, kg. Sinchal, 2009.

Tratamientos		Medias
2	INIAP-Cañicapa 03	610,96 a
3	Grit	2566,68 b
4	Terán	2895,06 b
1	Metcalfe	2952,35 b
6	Scarlett	3915,52 c
5	Clipper	4861,61 d
Media general		2967,03

C.V. = 11,97 %

Tukey = 816,12100

4.1.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro 33A se detalla el costo de producción de cebada por hectárea; este comprende los costos de preparación de suelo, insumos y mano de obra; todos ellos calculados para una hectárea.

El costo total asciende a \$ 841,01/ha el cual es relativamente alto en comparación con el costo de producción de la Sierra que tiene un promedio de \$ 600; esto ocurre debido a las condiciones climáticas de la zona que obliga proporcionar abundante riego, rubro que alcanza un valor de \$ 193,33 lo cual incrementa considerablemente el costo de producción.

Si no se considera el agua de riego, el costo se ajusta a los promedios manejados en la Sierra. Por encontrarse el experimento en una etapa exploratoria, no se

realiza ningún análisis adicional.

4.2 DISCUSIÓN

La figura 3 señala la temperatura promedio de los meses de octubre, noviembre, diciembre del 2009 y enero del 2010, en los cuales se realizó el experimento; al compararlos con la temperatura de la Sierra (cuadro 34A) se puede apreciar una diferencia alrededor de 11 °C. Es muy posible que el comportamiento agronómico de los cultivares hayan sido afectados por la temperatura, pues según DOWNTON J. y SLATYER R. (1972, en línea), es uno de los principales factores ecológicos que afectan la distribución y diversidad de las plantas en el planeta; es decir, las temperaturas altas limitan la productividad de los cultivos, especialmente cuando esta condición coincide con etapas críticas de su desarrollo. Los cambios drásticos en la temperatura pueden actuar directamente modificando los procesos fisiológicos existentes, principalmente la fotosíntesis.

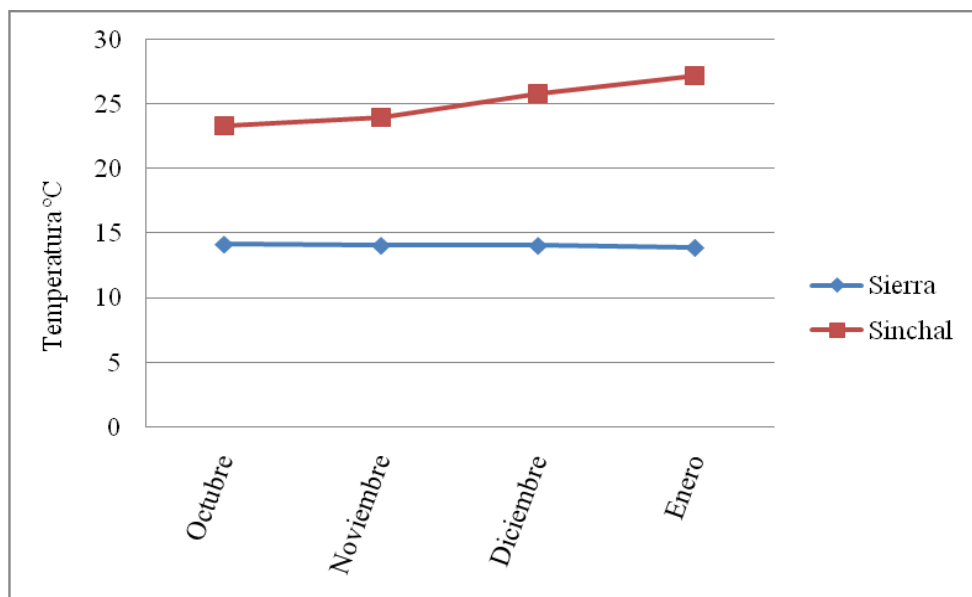


Figura 3. Comparación de temperaturas promedios, octubre 2009 – enero 2010. Sierra/Sinchal.

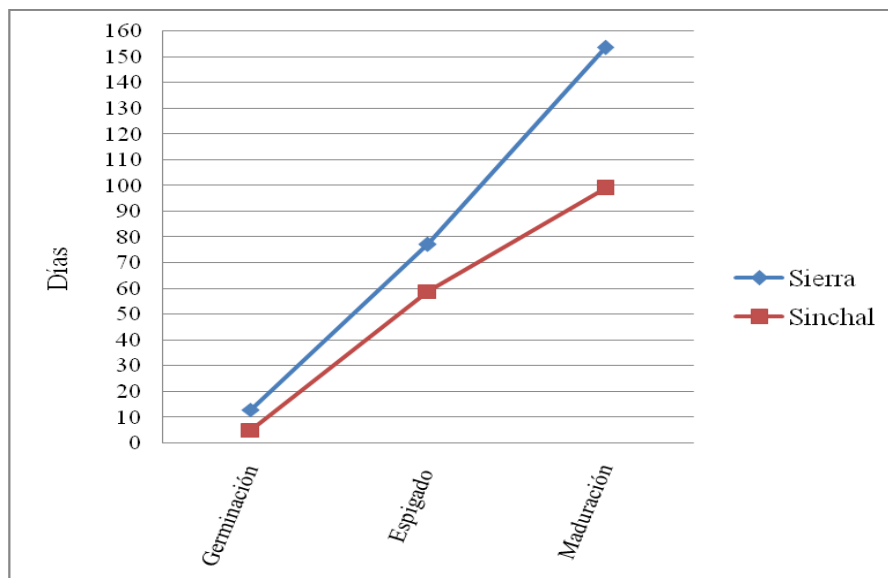
Sin embargo, muchos autores expresan rangos óptimos de temperatura, en el

proceso de crecimiento entre 15 °C y 31 °C (pág. 12, 13, 14); ésta aseveración se contradice con los resultados del experimento pues durante el ensayo la temperatura promedio giró alrededor de 25,1 °C.

El cuadro 30 y figura 4, detallan las etapas fenológicas de la variedad Clipper en Sinchal, comparada con los resultados obtenidos en la Sierra por CAZCO LOGROÑO C. (1978); según la figura todas las etapas fenológicas ocurrieron en un período más corto.

**Cuadro 30. Comparación de etapas fenológicas, variedad Clipper.
Sierra/Sinchal.**

Variedad	Etapas	Sierra	Sinchal
Clipper	Días a la germinación	13,0	5,0
	Días al espigado	77,3	59,0
	Días a la maduración	153,7	99,0



**Figura 4. Comparación de etapas fenológicas, variedad Clipper.
Sierra/Sinchal.**

Si se compara las temperaturas promedios de la Sierra, ésta gira alrededor de 14 °C. REYNOLDS M. *et al* (2000, en línea) mencionan que las plantas sometidas

a un estrés térmico (altas temperaturas) sufren muchos cambios metabólicos; por ejemplo, los fotoasimilados que ayudan al crecimiento se inhiben ocasionando reducción en los órganos de la planta y, en forma general, se reflejan en una disminución del ciclo de la planta.

Las etapas fenológicas de los cultivares permiten realizar la siguiente lectura: el ciclo vegetativo de la cebada en la provincia de Santa Elena es más corto; desde el punto de vista agrotécnico, esto en teoría, permitiría señalar la necesidad de continuar investigaciones en este sentido.

El protocolo de fertilización N₈₀, basado en lo expuesto por MOLINA J. (1989) indica que la extracción media en elementos nutritivos por tonelada producida, son: 26 kg de nitrógeno, 20,5 kg de fósforo y 25 kg de potasio; GUERRERO GARCÍA A. (2000) menciona que el nitrógeno debe aplicarse temprano por dos razones: en primer lugar porque la cebada tiene mayor necesidad de los elementos nutritivos en la primera parte de su desarrollo; en segundo lugar porque el nitrógeno aportado tarde favorece más el encamado. (pág. 19)

En forma general, todas las variables agronómicas están por debajo de los descriptores del INIAP (ejemplo altura de las plantas y número de macollos). Sin embargo es necesario indicar que el porcentaje de granos vanos por espigas es notorio, coincidiendo con CORBELLINI M. *et al* (1997, en línea) quién menciona que las temperaturas altas afecta negativamente la acumulación de materia seca y proteínas en las diferentes partes de la planta; esto lo corrobora KOBATA y UEMUKI. (2004, en línea) y WILHELM E. *et al* (1999, en línea) al determinar una fuerte correlación entre temperatura y acumulación de biomasa. (pág. 6)

Respecto de la variable peso de 1 000 semillas, la media general señala valores bajos con relación a la Sierra. La temperatura influye en el llenado del grano, pues según GARCIA C. y BECERRA R. (1984), la floración y la madurez del grano requieren temperaturas moderadas; es decir éstas sobrepasan un límite, se produce

el fenómeno llamado escaldado, es decir el fruto queda vacío o feo; SHELLING K. (2003), citado por ASTUDILLO F. (2007), estipula que la duración del periodo de llenado del grano influye en el rendimiento y calidad de la cebada; los periodos más largos están asociados a temperaturas más bajas, altas precipitaciones y condiciones de humedad; una mayor duración de este periodo tiene un efecto positivo sobre el rendimiento y la calidad de los granos. (pág. 6 y 14)

Las características agronómicas de los germoplasmas estudiados son menores a los señalados en la Sierra por FALCONÍ E., GARÓFALO J. y VACA C. (2010), cuadro 31, a excepción del peso de 1 000 semillas en las variedades Clipper y Scarlett, que al mismo tiempo son los germoplasmas con mayor rendimiento.

Cuadro 31. Características agronómicas, Sierra/Sinchal.

Variedades	Características	Sierra	Sinchal
Metcalf	Altura de planta (cm)	80	52,23
	Número de macollos	6,25	3,88
	Días al espigado	100	72
	Peso de mil semillas (g)	--	32,27
	Granos vanos	--	5,45
INIAP-Cañicapa 03	Altura de planta (cm)	103	52,45
	Número de macollos	5,75	4,78
	Días al espigado	97	82
	Peso de mil semillas (g)	63,7	32,6
	Granos vanos	--	10,03
Grit	Altura de planta (cm)	70	44,05
	Número de macollos	7,5	4,4
	Días al espigado	101	76,5
	Peso de mil semillas (g)	39,3	39,05
	Granos vanos	--	6,63
Clipper	Altura de planta (cm)	75	59,03
	Número de macollos	7,25	4,03
	Días al espigado	90	59
	Peso de mil semillas (g)	48	52,75
	Granos vanos	--	3,48
Scarlett	Altura de planta (cm)	63	40,65
	Número de macollos	7,5	3,2
	Días al espigado	101	71
	Peso de mil semillas (g)	36,2	45,69
	Granos vanos	--	3,73

Los resultados de la presente investigación permiten señalar que hay diferencia significativa en los tratamientos. Sin embargo, es muy prematuro afirmar que desde el punto de vista agronómico una de las variedades en verdad sobresale en el rendimiento; bajo este criterio queda abierta la hipótesis planteada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las etapas fenológicas son más cortas en la Costa que en la Sierra. El ciclo vegetativo varía de 99 a 122 días, lo que significa que el ciclo vegetativo de los germoplasmas está determinado por la interacción genotipo-ambiente y por las características varietales de cada cultivar.
2. De igual forma los procesos fisiológicos son afectados por las condiciones climáticas, lo que se pone de manifiesto en las diferentes variables agronómicas evaluadas.
3. Algunas variables agronómicas se acercan a los descriptores del INIAP. Por ejemplo, el menor número de macollos registrados en la presente investigación se podría recompensar con una población por hectárea más alta.
4. El rendimiento promedio varía de 610,96 a 4 861,61 kg/ha. Esto hace presumir que la cebada se puede adaptar a las condiciones agroclimáticas de la provincia de Santa Elena. En este sentido sobresalen las variedades Clipper y Scarlett.
5. Durante el experimento no se presentaron mayores problemas fitosanitarios, seguramente por tratarse de un cultivo nuevo en la zona.
6. El costo de producción por hectárea es de \$ 841,01, valor que es mayor en relación a la Sierra, lo que se explica por el mayor costo del recurso agua y del riego en general.

De acuerdo a las conclusiones se recomienda:

1. Continuar con las investigaciones utilizando las variedades Clipper y Scarlett que sobresalieron en las diferentes variables agronómicas evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

AGROFORO. 2003. Perfil de la cebada. en línea. Consultado el 21 de oct. 2009. Disponible en <http://www.agroforo.com/Servicios/Perfiles%20de%20cultivos/Cebada/cebada1.htm>

ALVAREZ B. y CÉZAR A. 2006. Análisis económico de un sistema productivo bajo riego por goteo. Argentina, Gobierno de la provincia de Catamarca. 28 p.

APOYOS Y SERVICIOS A LA COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA ASERCA MX. 1995. La cebada en la agricultura nacional. Claridades Agropecuarias (13): 4-22.

ARTERO GARCIA J. 1981. Botánica. Historia natural básica. España. 170 p.

ASTUDILLO F. 2007. Evaluación de estrobilurina aplicada a la semilla y al follaje en el control de enfermedades foliares en cebada y sus efectos en el rendimiento y calidad maltera del grano. Tesis Ing. Agr. Valdivia, CL. Universidad Austral de Chile. 128 p.

BERATTO E. 2001. Cebada y Avena. 11 ed. Chile, Sociedad Química y Minera de Chile S.A. p 577-591.

BUSTAMANTE J. 2000. La cebada. en línea. Consultado el 23 de oct. 2009. Disponible en www.miaula.org/biologia/carbohidratos/LA_CEBADA.ppt

CAMACHO R. 1981. Cultivo de trigo y cebada. Bogotá, Limerin. 231 p.

CASTAÑEDA SAUCEDO M. 2004. Crecimiento de cebada y trigo. Revista Fitotecnia Mexicana (27):167-175.

CASTILLO F. 2001. Agrometeorología. 2 ed. España, Mundi-Prensa. 517 p.

CAZCO LOGROÑO C. 1978. Efecto de la fertilización química bajo cuatro densidades de siembra en dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y *Hordeum Distichum* L.). Tesis Ing. Agr. Quito, EC. Universidad Central. 128 p.

CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES CIREN CL. 1989. Requerimientos de clima y suelo: cereales, cultivos industriales y flores. Publicación CIREN N° 86. 59 p.

CIAMPITTI I. y GARCÍA F. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Cereales, oleaginosos e industriales. Buenos Aires, IPNI. p 13-16.

CORBELLINI M. *et al.* 1997. Efecto de la duración y la intensidad de choque de calor durante el llenado del grano en materia seca y la acumulación de la proteína, la calidad tecnológica y la composición de proteínas en el pan y trigo duro. en línea. Consultado el 15 jun. 2010. Disponible en <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%203/hidrico-res.htm>

DOWNTON J. y SLATYER R. 1972. Dependencia de temperatura en la fotosíntesis del algodón. en línea. Consultado el 15 jun. 2010. Disponible <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%203/hidrico-res.htm>

ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA. 2001. Producción Agrícola 1. 2ed. Bogotá, Terranova. 284 p.

FAIGUENBAUM H. 2003. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Cebada. Santiago, Ograma. 760 p.

FALCONÍ E., GARÓFALO J. y VACA C. 2010. Informe de actividades del

convenio de INIAP – CORPOINIAP - CERVECERÍA NACIONAL. Pichincha, INIAP. 16 p.

FRASCHINA J. y BAINOTTI C. 2008. El cultivo de trigo y la siembra directa. Argentina. 180 p.

FUENTES J. 1998. Botánica Agrícola. Acción de la temperatura en las plantas. Madrid, Mundi-Prensa. 215 p.

GARCIA C. y BECERRA R. 1984. El cultivo de trigo. Chimbo – Ecuador. 5 p.

GASTIAZORO BLETTLER J. s. f. La luz como factor bioclimático. en línea. Consultado el 6 de abr. 2010. Disponible en http://www.redagraria.com.ar/investigacion/fca_unc/clima-fenol_fca_unc/apunte_fenologia/7_la_luz_como_factor_bioclimatico.htm

GIL MARTINEZ F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Barcelona, Mundi-prensa. 1 147 p.

GIMÉNEZ F. y TOMASO J. 2002. Cebada, centeno y avena. Buenos Aires, INTA. p. 217.

GISPERT C. 2002. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Barcelona, Océano. 1032 p.

GUERRERO GARCÍA A. 2000. El suelo, los abonos orgánicos y la fertilización de los cultivos. Barcelona, Mundi-Prensa. 206 p.

HOGARES CAMPESINOS JUVENILES. 2002. Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá, Limerin. 1093 p.

IGLESIAS R. y TAHA E. 2010. Monografía de especies anuales, arbustivas y acuícolas con potencial energético en Chile. Chile, ODEPA. 42 p.

INFOAGRO. 2002. El cultivo de la cebada. En línea. Consultado el 5 de oct. 2009. Disponible en <http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/cebada.asp>

INFOCEBADA. s. f. Información sobre la cebada. en línea. Consultado el 11 de nov. 2009. Disponible en <http://infocebada.galeon.com/botanica.htm>

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA INIA UY. 2004. Jornada técnica: Cultivos de invierno 2004. Serie de actividades de difusión N° 357. 78 p.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINI EN EL ESTADO DE CAMPECHE ITESCAM MX. s. f. Cultivos básicos. en línea. Consultado el 5 de abr. 2010. Disponible en www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r2206.DOC

KOBATA T. y UEMUKI N. 2004. Las altas temperaturas durante la etapa de llenado de grano no reducen el potencial de aumentar la materia seca del grano de arroz. en línea. Consultado el 15 jun. 2010. Disponible en <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%203/hidrico-res.htm>

LABRADA R. *et al.* 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. FAO. 403 p.

LACASTA DUTOIT C. 2006. Agricultura ecológica en cereales de secano. España, Consejería de Agricultura y Pesca-Junta de Andalucía. 33 p.

LEUCK D. y HAMMONS R. 1974. Nutrientes y medios de cultivo: influencia sobre la expresión de la resistencia al gusano cogollero en el maíz. en línea.

Consultado el 7 de jul. 2010. Disponible en <http://abenmen.com/a/bfisisio1.doc>

LIRA R. 1994. Fisiología vegetal. Crecimiento versus desarrollo. México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 237 p.

MALTA DEL SUR. 2007. Manual de la cebada cervecera. Chile, Agro Inversiones. 41 p.

MARTINEZ C. *et al.* 2005. Guía practica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. 2 ed. México, CIMMYT. 68 p.

MOLINA J. 1989. La cebada. España, Mundi-Prensa. 252 p.

ORMORD D. 1963. Fotoperiódicas la sensibilidad de la diferenciación de la cabeza, el alargamiento de tallos, en las partidas en algunas variedades de trigo de primavera y cebada de primavera. en línea. Consultado el 9 de jul. 2010. Disponible en http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/12817292026709384321435/002346_4.pdf

ORTEGA CAMPOS G. 2002. La milenaria y multiusos cebada. en línea. Consultado el 19 de oct. 2009. Disponible en <http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2005/mayo/10/campoyagro/campoyagro-20050510-01.html>

PEREYRA S. y STEWART S. 2004. Jornada técnica. Cultivos de invierno 2004. Manejo de enfermedades en cebada. Uruguay, INIA. 79 p.

PLANTPROTECTION. s. f. Todo sobre cebada. en línea. Consultado el 23 de oct. 2009. Disponible en <http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/index.htm>

PRODELESA. 2009. Cultivo de cebada. en línea. Consultado el 19 de oct. 2009.

Disponible en <http://www.prodelesa.es/Album%5CDocuments%5Cproductos%5C42.pdf>

QUERETARO. 1995. Requerimientos agroecológicos de cultivos. en línea. Consultado el 17 de oct. 2009. Disponible en http://www.queretaro.gob.mx/sede/Estadisticas/pronostico/potencial_productivo.pdf

RAVEN P., EVERT R. y EICHHORN S. 1992. Biología de las plantas. 1 ed. Barcelona, Reverté. 773 p.

REYNOLDS M. *et al.* 2000. La fotosíntesis de trigo en un ambiente cálido y de regadío. La diversidad genética y la productividad de los cultivos. en línea. Consultado el 15 jun. 2010. Disponible en <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%203/hidrico-res.htm>

RODRÍGUEZ L. 2006. Implicaciones fisiológicas de la osmorregulación en plantas. *Agronomía Colombiana* (24): 28-37.

ROMERO R. y GERMÁN S. 1997. Consideraciones sobre el clima y el desarrollo fenológico de la cebada cervecera. en línea. Consultado el 6 de abr. 2010. Disponible en http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/clima_fenol_cebada.pdf

RUÍZ C. *et al.* 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro técnico N° 3. México, INIFAP-CIRPAC. 324 p.

SALISBURY F. y ROSS C. 2000. Fisiología de las plantas. Trad. JM. Alonso. España, Thomson. 988 p.

SAN JOSÉ HERNANDEZ L. 2008. Estudio de viabilidad del cultivo de cebada en Castilla y León como materia prima para la obtención de bioetanol y del

impacto en el entorno de una planta de producción. en línea. Consultado el 17 de oct. 2009. Disponible en http://www.eis.uva.es/energias-renovables/trabajos_07/Cebada-bioetanol.pdf

SMITH H. 1982. Calidad de la luz, fotorecepción y estrategia de las plantas. En línea. Consultado el 7 de jul. 2010. Disponible en <http://abenmen.com/a/bfisiol.doc>

STRASBURGER E. 1960. Tratado de Botánica. 5 ed. Barcelona, Rialp. 183 p.

THOMPSON W. y WHITE M. 1991. Estudios fisiológicos y moleculares de los genes nucleares de luz regulado en plantas superiores. en línea. Consultado el 7 de jul. 2010. Disponible en <http://abenmen.com/a/bfisiol.doc>

TORRES H. y LAZCANO I. s. f. Disminución de acame y aumento de rendimiento de cebada con una nutrición balanceada. en línea. Consultado el 22 de oct. 2009. Disponible en [http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/E731CFD02A8C2F0C06256B840066BCC9/\\$file/Disminuci%C3%B3n+de+Acame+y+aumento+de+rendimiento+de+cebada+con+una+nutrici%C3%B3n+balanceada.pdf](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/E731CFD02A8C2F0C06256B840066BCC9/$file/Disminuci%C3%B3n+de+Acame+y+aumento+de+rendimiento+de+cebada+con+una+nutrici%C3%B3n+balanceada.pdf)

WAREING P. y PHILLIPS I. 1978. La fisiología de la floración. I. fotoperiodismo. En el control del crecimiento y diferenciación en plantas. en línea. Consultado el 9 de jul. 2010. Disponible en http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/12817292026709384321435/002346_4.pdf

WIKIPEDIA. 2009. Hordeum vulgare. en línea. Consultado el 25 de oct. 2009. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Hordeum_vulgare

WILHELM E. *et al.* 1999. Estrés térmico durante el llenado de grano en el maíz. Efectos sobre el crecimiento del núcleo y el metabolismo. en línea. Consultado el

15 jun. 2010. Disponible en <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%20%20numero%203/hidrico-es.htm>.

WILSON C. y LOOMIS W. 1968. Botánica. 1 ed. México. 646 p.

ANEXOS

ANEXOS

- Cuadro 1A. Análisis de suelo.
- Cuadro 2A. Análisis de agua.
- Cuadro 3A. Días a la germinación. Sinchal, 2009.
- Cuadro 4A. Análisis de la Varianza, días a la germinación.
- Cuadro 5A. Días al ahijamiento. Sinchal, 2009.
- Cuadro 6A. Análisis de la Varianza, días al ahijamiento.
- Cuadro 7A. Días al encañado. Sinchal, 2009.
- Cuadro 8A. Análisis de la varianza, días al encañado.
- Cuadro 9A. Días al espigado. Sinchal, 2009.
- Cuadro 10A. Análisis de la varianza, días al espigado.
- Cuadro 11A. Días a la maduración. Sinchal, 2009.
- Cuadro 12A. Análisis de la varianza, días a la maduración.
- Cuadro 13A. Altura de planta a los 20 días, cm. Sinchal, 2009.
- Cuadro 14A. Análisis de la varianza, altura de planta a los 20 días.
- Cuadro 15A. Altura de planta a los 40 días, cm. Sinchal, 2009.
- Cuadro 16A. Análisis de la varianza, altura de planta a los 40 días.
- Cuadro 17A. Altura de planta a los 60 días, cm. Sinchal, 2009.
- Cuadro 18A. Análisis de la varianza, altura de planta a los 60 días.
- Cuadro 19A. Número de macollos por planta a los 20 días. Sinchal, 2009.
- Cuadro 20A. Análisis de la varianza, número de macollos a los 20 días.
- Cuadro 21A. Número de macollos por planta a los 40 días. Sinchal, 2009.
- Cuadro 22A. Análisis de la varianza, número de macollos a los 40 días.
- Cuadro 23A. Longitud de espiga, cm. Sinchal, 2009.
- Cuadro 24A. Análisis de la varianza, longitud de espiga.
- Cuadro 25A. Número de granos vanos por espiga. Sinchal, 2009.
- Cuadro 26A. Análisis de la varianza, número de granos vanos por espiga.
- Cuadro 27A. Número de granos llenos por espiga. Sinchal, 2009.
- Cuadro 28A. Análisis de la varianza, número de granos llenos por espiga.
- Cuadro 29A. Peso de 1 000 semillas, g. Sinchal, 2009.
- Cuadro 30A. Análisis de la varianza, peso de 1 000 semillas.
- Cuadro 31A. Rendimiento por hectárea, kg. Sinchal, 2009.
- Cuadro 32A. Análisis de la varianza, rendimiento por hectárea.
- Cuadro 33A. Costo de producción/hectárea. Dólares
- Cuadro 34A. Promedios de temperatura, multianuales, serie 1998-2008.
Pichincha
- Figura 1A. Preparación del terreno y camas
- Figura 2A. Siembra directa
- Figura 3A. Riego
- Figura 4A. Germinación de las plantas

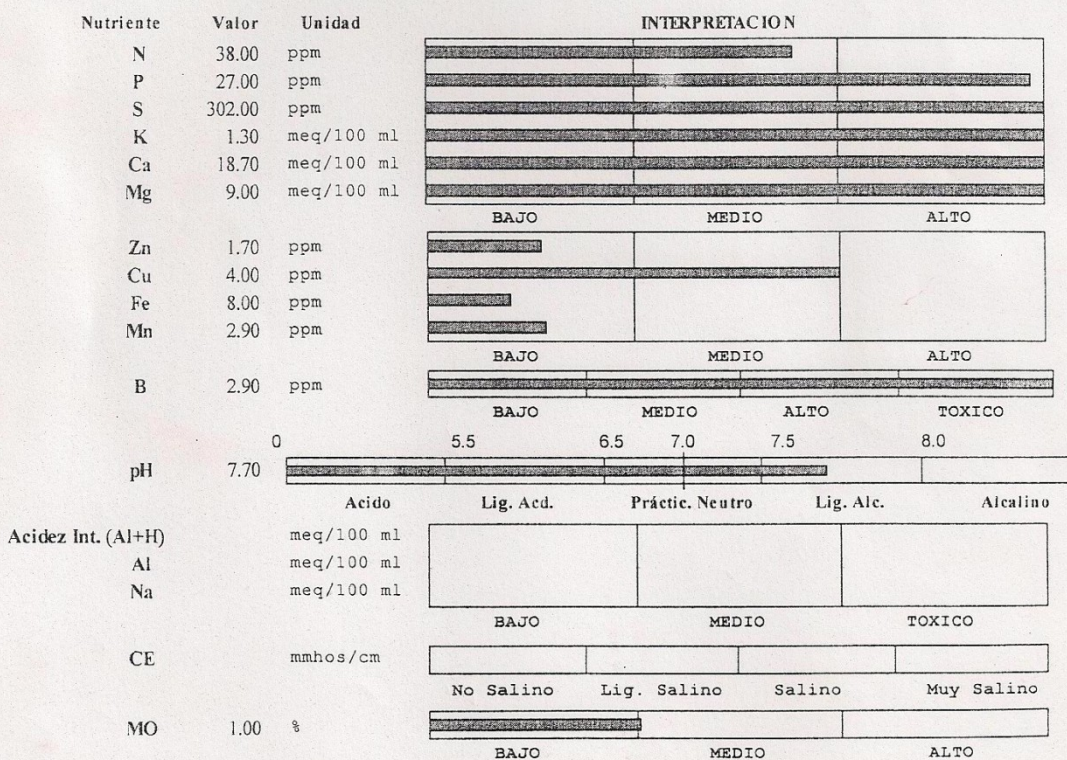
- Figura 5A. Germinación total de las camas
- Figura 6A. Vista general del experimento
- Figura 7A. Toma de datos
- Figura 8A. Aplicación de pesticidas
- Figura 9A. Desarrollo vegetativo de los tratamientos
- Figura 10A. Etapa de espigado
- Figura 11A. Cosecha

Cuadro 1A. Análisis de suelo.

	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : HUGO BORBOR Dirección : PENINSULA SANTA ELENA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : FINCA LA PACUPA Provincia : PENINSULA SANTA ELANA Cantón : PENINSULA Parroquia : Ubicación : ING. ESTEBAN FALCONI
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : TRIGO Cultivo Anterior : SANDIA Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA 1	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 1.173 N° Muestra Lab. : 44989 Fecha de Muestreo : 26/08/2009 Fecha de Ingreso : 01/09/2009 Fecha de Salida : 21/09/2009



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2,1	6,9	21,3	29,0			18	80	2
limoso								

Cuadro 2A. Análisis de agua.



ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Km 141/2 Panamericana Sur, Apdo.. 17-01-340
Telf. -Fax 690694
QUITO - ECUADOR



Nombre del propietario:	<u>HUGO BORBOR</u>	Fecha de muestreo:	<u>26-08-09</u>
Nombre del remitente:	<u>ING. ESTEBAN FALCONI</u>	Muestra:	<u>AGUA</u>
Nombre de la Granja	<u>FINCA LA PAMPA</u>	Fecha ingreso Laboratorio:	<u>18-09-09</u>
Localización	<u>P. SANTA ELENA P. STA. ELENA</u>	Fecha de entrega	<u>21/09/2009</u>
	Parroquia Cantón Provincia		

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUAS


No. Muestra Lab.	Identificación del lote	ds/m CE	mg/l											RAS	Mg/l Ca CO ₃ DUREZA	
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe	B	pH			
128	Recinto Sinchal	3.58	413	96.3	189.5	14.0	0	512.4	617.7	370.7			2.2	7.2	2.18 R	1428.2 MD

INTERPRETACION	
Para DUREZA CaCO ₃ (mg/litro)	
Muy Suave (MS) = 0 a 15	Dura (D) = 151 a 300
Suave (S) = 16 a 75	Muy Dura (MD) = más de 300
Media (M) = 76 a 150	

UNIDADES	R A S
dS/m = mmhos/cm = milimhos/centímetro	Menos de 1 = Excelente (E)
mg/l = miligramos/litro = ppm	De 1 a 2 = Buena (B)
meq/l = miliequivalentes/litro	De 2 a 4 = Regular (R)
ppm = partes por millón	De 4 a 8 = Mala (M)
	Más de 15 = Inapropiada (I)

OBSERVACIONES:


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Cuadro 3A. Días a la germinación. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
2	INIAP-Cañicapa 03	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3	Grit	6,0	5,0	5,0	5,0	5,3
4	Terán	5,0	4,0	4,0	5,0	4,5
5	Clipper	6,0	5,0	5,0	4,0	5,0
6	Scarlett	4,0	3,0	3,0	4,0	3,5

Cuadro 4A. Análisis de la varianza, días a la germinación.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	10,67	8	1,33	6,76	0,0008
Tratamientos	8,88	5	1,78	9	0,0004
Bloques	1,79	3	0,6	3,03	0,0623
Error	2,96	15	0,2		
Total	13,63	23			

Cuadro 5A. Días al ahijamiento. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
2	INIAP-Cañicapa 03	18,0	16,0	16,0	18,0	17,0
3	Grit	17,0	15,0	15,0	17,0	16,0
4	Terán	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
5	Clipper	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
6	Scarlett	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0

Cuadro 6A. Análisis de la varianza, días al ahijamiento.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	38	8	4,75	13,36	<0,0001
Tratamientos	35,33	5	7,07	19,87	<0,0001
Bloques	2,67	3	0,89	2,5	0,0991
Error	5,33	15	0,36		
Total	43,33	23			

Cuadro 7A. Días al encañado. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	60,00	58,00	58,00	60,00	59,00
2	INIAP-Cañicapa 03	58,00	60,00	58,00	58,00	58,50
3	Grit	63,00	61,00	63,00	63,00	62,50
4	Terán	54,00	52,00	52,00	54,00	53,00
5	Clipper	50,00	48,00	48,00	50,00	49,00
6	Scarlett	61,00	59,00	59,00	61,00	60,00

Cuadro 8A. Análisis de la varianza, días al encañado.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	512,67	8	64,08	84,82	<0,0001
Tratamientos	502	5	100,4	132,88	<0,0001
Bloques	10,67	3	3,56	4,71	0,0165
Error	11,33	15	0,76		
Total	524	23			

Cuadro 9A. Días al espigado. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	73,00	71,00	71,00	73,00	72,00
2	INIAP-Cañicapa 03	81,00	83,00	81,00	83,00	82,00
3	Grit	75,00	75,00	77,00	79,00	76,50
4	Terán	64,00	62,00	64,00	62,00	63,00
5	Clipper	60,00	58,00	58,00	60,00	59,00
6	Scarlett	72,00	70,00	70,00	72,00	71,00

Cuadro 10A. Análisis de la varianza, días al espigado.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	1446,67	8	180,83	128,15	<0,0001
Tratamientos	1436,83	5	287,37	203,65	<0,0001
Bloques	9,83	3	3,28	2,32	0,1164
Error	21,17	15	1,41		
Total	1467,83	23			

Cuadro 11A. Días a la maduración. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	113,00	111,00	111,00	113,00	112,00
2	INIAP-Cañicapa 03	121,00	123,00	121,00	123,00	122,00
3	Grit	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00
4	Terán	104,00	102,00	104,00	102,00	103,00
5	Clipper	100,00	98,00	98,00	100,00	99,00
6	Scarlett	112,00	110,00	110,00	112,00	111,00

Cuadro 12A. Análisis de la varianza, días a la maduración.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	38	8	4,75	13,36	<0,0001
Tratamientos	35,33	5	7,07	19,87	<0,0001
Bloques	2,67	3	0,89	2,5	0,0991
Error	5,33	15	0,36		
Total	43,33	23			

Cuadro 13A. Altura de planta a los 20 días, cm. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	24,53	26,55	22,03	26,85	24,99
2	INIAP-Cañicapa 03	30,63	31,93	32,90	33,63	32,27
3	Grit	17,45	22,13	21,50	19,05	20,03
4	Terán	32,85	32,88	31,95	31,25	32,23
5	Clipper	22,65	22,30	22,08	26,30	23,33
6	Scarlett	21,75	22,85	22,85	24,05	22,88

Cuadro 14A. Análisis de la varianza, altura de planta a los 20 días.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	539,75	8	67,47	26,98	<0,0001
Tratamientos	526,76	5	105,35	42,12	<0,0001
Bloques	12,99	3	4,33	1,73	0,2035
Error	37,52	15	2,5		
Total	577,26	23			

Cuadro 15A. Altura de planta a los 40 días, cm. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	56,00	65,30	61,60	69,30	63,05
2	INIAP-Cañicapa 03	65,40	64,55	67,45	61,70	64,78
3	Grit	46,20	50,80	54,25	47,70	49,74
4	Terán	69,05	67,50	65,35	66,90	67,20
5	Clipper	59,45	61,40	61,45	57,60	59,98
6	Scarlett	52,35	57,10	58,65	52,40	55,13

Cuadro 16A. Análisis de la varianza, altura de planta a los 40 días.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	897,68	8	112,21	10,92	0,0001
Tratamientos	852,1	5	170,42	16,58	<0,0001
Bloques	45,58	3	15,19	1,48	0,2605
Error	154,16	15	10,28		
Total	1051,84	23			

Cuadro 17A. Altura de planta a los 60 días, cm. Sinchal, 2009

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	62,10	75,80	71,00	63,00	67,98
2	INIAP-Cañicapa 03	72,20	70,90	66,70	69,20	69,75
3	Grit	56,40	61,10	58,70	53,20	57,35
4	Terán	75,50	76,60	76,50	74,20	75,70
5	Clipper	76,40	82,00	77,70	73,90	77,50
6	Scarlett	58,80	70,30	70,00	66,80	66,48

Cuadro 18A. Análisis de la varianza, altura de planta a los 60 días.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	1193,54	8	149,19	14,5	<0,0001
Tratamientos	1043,03	5	208,61	20,27	<0,0001
Bloques	150,51	3	50,17	4,88	0,0146
Error	154,35	15	10,29		
Total	1347,89	23			

Cuadro 19A. Número de macollos por planta a los 20 días. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	1,60	2,40	1,95	2,40	2,09
2	INIAP-Cañicapa 03	1,35	1,60	1,90	1,70	1,64
3	Grit	1,50	1,90	2,20	1,55	1,79
4	Terán	1,30	1,70	2,05	1,65	1,68
5	Clipper	1,30	1,05	1,40	1,05	1,20
6	Scarlett	1,35	1,75	1,20	1,70	1,50

Cuadro 20A. Análisis de la varianza, número de macollos a los 20 días.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	2,27	8	0,28	4,28	0,0075
Tratamientos	1,74	5	0,35	5,25	0,0055
Bloques	0,53	3	0,18	2,65	0,087
Error	1	15	0,07		
Total	3,27	23			

Cuadro 21A. Número de macollos por planta a los 40 días. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	3,70	3,60	4,20	4,00	3,88
2	INIAP-Cañicapa 03	4,80	4,70	4,60	5,00	4,78
3	Grit	4,10	3,80	4,80	4,90	4,40
4	Terán	3,80	3,50	4,30	3,60	3,80
5	Clipper	4,00	4,40	4,00	3,70	4,03
6	Scarlett	2,90	3,30	3,40	3,20	3,20

Cuadro 22A. Análisis de la varianza, número de macollos a los 40 días.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	6,29	8	0,79	8	0,0003
Tratamientos	5,82	5	1,16	11,85	0,0001
Bloques	0,47	3	0,16	1,59	0,2342
Error	1,47	15	0,1		
Total	7,77	23			

Cuadro 23A. Longitud de espiga, cm. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	7,61	7,43	8,51	6,20	7,44
2	INIAP-Cañicapa 03	8,64	7,43	7,44	8,71	8,06
3	Grit	7,79	8,70	7,68	6,45	7,66
4	Terán	6,90	9,11	7,39	8,08	7,87
5	Clipper	9,31	8,64	9,64	7,20	8,70
6	Scarlett	9,03	8,91	7,55	7,49	8,25

Cuadro 24A. Análisis de la varianza, longitud de espiga.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	7,6	8	0,95	1,23	0,347
Tratamientos	4,01	5	0,8	1,04	0,4317
Bloques	3,6	3	1,2	1,55	0,2424
Error	11,59	15	0,77		
Total	19,19	23			

Cuadro 25A. Número de granos vanos por espiga. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	5,60	5,70	6,60	3,90	5,45
2	INIAP-Cañicapa 03	10,40	7,80	8,60	13,30	10,03
3	Grit	7,80	5,80	7,00	5,90	6,63
4	Terán	6,10	8,50	4,60	5,50	6,18
5	Clipper	4,30	3,20	3,70	2,70	3,48
6	Scarlett	4,70	3,50	3,10	3,60	3,73

Cuadro 26A. Análisis de la varianza, número de granos vanos por espiga.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	116,47	8	14,56	6,66	0,0009
Tratamientos	113,72	5	22,74	10,4	0,0002
Bloques	2,75	3	0,92	0,42	0,7413
Error	32,79	15	2,19		
Total	149,27	23			

Cuadro 27A. Número de granos llenos por espiga. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	12,00	11,90	12,00	11,00	11,73
2	INIAP-Cañicapa 03	2,60	3,40	2,20	0,80	2,25
3	Grit	10,00	8,90	7,40	8,20	8,63
4	Terán	6,30	10,40	8,20	9,50	8,60
5	Clipper	11,70	13,50	12,50	14,60	13,08
6	Scarlett	16,80	16,50	15,20	12,60	15,28

Cuadro 28A. Análisis de la varianza, número de granos llenos por espiga.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	422,85	8	52,86	29,57	<0,0001
Tratamientos	416,55	5	83,31	46,61	<0,0001
Bloques	6,31	3	2,1	1,18	0,3518
Error	26,81	15	1,79		
Total	449,67	23			

Cuadro 29A. Peso de 1 000 semillas, g. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	42,85	41,10	31,15	34,00	37,27
2	INIAP-Cañicapa 03	25,55	37,28	33,94	33,61	32,60
3	Grit	42,00	45,08	37,20	31,91	39,05
4	Terán	52,42	56,50	48,50	46,11	50,88
5	Clipper	52,23	52,06	54,61	52,08	52,75
6	Scarlett	45,84	47,86	43,51	45,55	45,69

Cuadro 30A. Análisis de la varianza, peso de 1 000 semillas.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	1415,08	8	176,88	12,44	<0,0001
Tratamientos	1283,95	5	256,79	18,06	<0,0001
Bloques	131,13	3	43,71	3,07	0,0598
Error	213,24	15	14,22		
Total	1628,32	23			

Cuadro 31A. Rendimiento por hectárea, kg. Sinchal, 2009.

Tratamiento		Bloques				Medias
		1	2	3	4	
1	Metcalfe	3338,96	3089,69	2755,28	2625,48	2952,35
2	INIAP-Cañicapa 03	559,61	1045,51	602,79	235,94	610,96
3	Grit	3022,11	2675,68	2318,96	2249,95	2566,68
4	Terán	2202,41	3609,33	3000,93	2767,57	2895,06
5	Clipper	4289,86	5427,10	4792,03	4937,45	4861,61
6	Scarlett	3919,49	4573,49	3945,92	3223,19	3915,52

Cuadro 32A. Análisis de la varianza, rendimiento por hectárea.

FV	SC	GL	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	539,75	8	67,47	26,98	<0,0001
Tratamientos	526,76	5	105,35	42,12	<0,0001
Bloques	12,99	3	4,33	1,73	0,2035
Error	37,52	15	2,5		
Total	577,26	23			

Cuadro 33A. Costo de producción/hectárea. Dólares

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1.Preparación de suelo				
- Arada y rastra	h/m	4	30,00	120,00
Sub - total (1)				120,00
2. Insumos				
- Semilla	kg	153	0,74	113,22
- Fertilizantes:				
Sulfato de Amonio	kg	380,95	0,42	160,00
- Agroquímicos				
Insecticida Piryclor (clorpirifos)	L	4,16	17,48	72,72
Fungicida Tilt (propiconazol)	L	2,77	32,00	88,64
Herbicida Barredol	L	1,00	7,50	7,50
- Agua de riego	m ³	6444,44	0,03	193,33
- Combustible	galón	20	1,48	29,60
Sub - total (2)				665,01
3. Mano de obra				
- Siembra	jornal	2	8,00	16,00
- Aplicación de fertilizantes	jornal	2	8,00	16,00
- Control fitosanitario	jornal	3	8,00	24,00
Sub - total (3)				56,00
Total (1+2+3)				841,01

**Cuadro 34A. Promedios de temperatura, multianuales, serie 1998 - 2008.
Pichincha**

Meses	T	T	T	P	Helf	HR	P. At.
	max	min	med	mm	H	(%)	hpa
Enero	19,63	8,138	13,88	132,91	3,69	71,28	735,59
Febrero	19,85	8,341	14,12	136,35	3,65	70,67	736,05
Marzo	19,05	8,401	13,72	150,27	3,38	63,80	735,50
Abril	19,57	8,272	13,92	153,37	3,03	69,40	736,09
Mayo	19,53	8,314	13,92	104,16	3,83	70,19	736,05
Junio	19,99	8,195	14,09	60,43	4,00	67,73	736,04
Julio	20,42	7,164	13,79	17,06	4,52	65,21	736,09
Agosto	20,30	7,394	13,85	26,99	4,92	56,50	736,10
Septiembre	20,69	7,329	14,01	58,82	4,06	66,10	736,19
Octubre	20,29	7,611	14,14	154,04	3,78	70,04	735,91
Noviembre	20,03	8,066	14,05	158,89	4,02	73,14	736,01
Diciembre	19,75	8,171	14,04	179,43	4,15	70,83	736,05
Promedio	19,93	7,950	13,96		3,92	67,91	735,97
Total	1332,72						
T max = temperatura máxima, T min = temperatura mínima, T med = temperatura media, P mm = Precipitación en milímetros, Helf h = helofamia en horas, HR (%) = porcentaje de humedad relativa, P. At. Hpa = presión atmosférica en hectopascuales							

Fuente: Estación Agrometeorológica IASA. (2009)



Figura 1A. Preparación del terreno y camas



Figura 2A. Siembra directa



Figura 3A. Riego



Figura 4A. Germinación de las plantas



Figura 5A. Germinación total de las camas



Figura 6A. Vista general del experimento



Figura 7A. Toma de datos



Figura 8A. Aplicación de pesticida



Figura 9A. Desarrollo vegetativo de los tratamientos



Figura 10A. Etapa de espigado



Figura 11A. Cosecha