



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECURIA**

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

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

SUÁREZ FLORES WALTER MICHAEL
VILLAVICENCIO CAMACHO FRANCISCO SANTIAGO

LA LIBERTAD – ECUADOR

2010

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECURIA**

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

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

**SUÁREZ FLORES WALTER MICHAEL
VILLAVICENCIO CAMACHO FRANCISCO SANTIAGO**

LA LIBERTAD-ECUADOR

2010

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de investigación es el resultado de nuestro esfuerzo por lograr el desarrollo sustentable en las comunas de la Provincia de Santa Elena.

Nuestro profundo agradecimiento hacia nuestros padres, quienes durante todos estos años confiaron en nosotros, comprendiendo nuestros ideales y el tiempo que no estuvimos con ellos.

Nuestra gratitud perenne por su innegable colaboración y apoyo para la realización de este proyecto a la Facultad de Ciencias Agrarias, por ser el punto de partida para nuestros éxitos profesionales.

A nuestro Director de Tesis el Ing. Agr. Néstor Orrala Borbor, M.Sc., por su dedicación, guía y confianza y habernos brindado sus conocimientos científicos.

Al señor Ivo Ríos, propietario de la finca Las Mercedes en el recinto San Vicente de Loja de la comuna Olón, parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena por darnos las facilidades para realizar nuestra investigación.

Walter Suárez Flores
Francisco Villavicencio Camacho

DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanas, que sembraron en mí el amor hacia la agricultura y ganadería y me enseñaron la importancia de esta carrera.

Francisco

DEDICATORIA

A mis padres con amor y respeto guías fundamentales, a mis hermanas por el apoyo incondicional; y a Génesis Raquel mi hija.

Walter

Por ser una investigación emprendida por el Centro de Investigaciones Agropecuarias, 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.....	30
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	Peso de masa vegetativa.....	40
3.9	Análisis económico.....	40

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados.....	41
4.1.1	En el cultivo.....	41
4.1.1.1	Días a la germinación.....	41
4.1.1.2	Días al ahijamiento.....	42
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 días.....	45
4.1.1.7	Altura de la planta a los 40 días.....	46
4.1.1.8	Altura de la planta a los 60 días.....	47
4.1.1.9	Número de macollo a los 20 días.....	49
4.1.1.10	Número de encañado a los 40 días.....	50
4.1.1.11	Número de encañado a los 60 días.....	51
4.1.2	En la cosecha.....	52
4.1.2.1	Peso de masa vegetativa.....	52
4.1.3	Análisis económico.....	53
4.2	Discusión.....	54

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
--	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	57
--------------------------	-----------

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1	Requerimientos de temperatura de la cebada..... 12
Cuadro 2	Requerimientos climáticos de trigo y la cebada..... 13
Cuadro 3	Aspectos climáticos del cultivo de cebada..... 14
Cuadro 4	Dosis indicativas para los 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 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	Promedios días a la germinación, San Vicente de Loja, octubre del 2009..... 41
Cuadro 16	Análisis de varianza a la germinación, San Vicente de Loja octubre del 2009..... 42
Cuadro 17	Promedios días al ahijamiento, San Vicente de Loja, octubre del 2009..... 42
Cuadro 18	Análisis de varianza días al ahijamiento, San Vicente de Loja, 43

	octubre del 2009.....	
Cuadro 19	Promedios días al encañado, San Vicente de Loja, noviembre del 2009.....	43
Cuadro 20	Análisis de varianza días al encañado, San Vicente de Loja noviembre del 2009.....	44
Cuadro 21	Promedios días al espigado, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	44
Cuadro 22	Análisis de varianza de altura de espiga, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	45
Cuadro 23	Promedios altura a los 20 días, San Vicente de Loja, octubre del 2009.....	46
Cuadro 24	Análisis de varianza de altura de planta a los 20 días, San Vicente de Loja, octubre del 2009.....	46
Cuadro 25	Promedios altura a los 40 días, San Vicente de Loja, agosto del 2009.....	47
Cuadro 26	Análisis de varianza de altura de planta a los 40 días, San Vicente de Loja, noviembre del 2009.....	47
Cuadro 27	Promedios altura a los 60 días, San Vicente de Loja, agosto del 2009.....	48
Cuadro 28	Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días, San Vicente de Loja, octubre del 2009.....	48
Cuadro 29	Promedios números de macollos, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	49
Cuadro 30	Análisis de varianza números de macollos a los 40 días, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	49
Cuadro 31	Promedios números de macollos encañados a los 40 días, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	50
Cuadro 32	Análisis de varianza números de macollos encañados a los 40 días, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	50
Cuadro 33	Promedios números de macollos encañados encañado a los 60 días, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	51
Cuadro 34	Análisis de varianza números de macollos encañados a los 60 días, San Vicente de Loja, diciembre del 2009.....	51

Cuadro 35	Promedios peso de masa vegetativa, San Vicente de Loja, enero del 2010.....	52
Cuadro 36	Análisis de varianza peso de masa vegetativa, San Vicente de Loja, enero del 2010.....	52
Cuadro 37	Costo de producción/ha.....	53
Cuadro 38	Características morfológicas, Sierra/San Vicente de Loja.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el campo.....	35
Figura 2. Diseño de la parcela experimental.....	36
Figura 3. Comparación de temperaturas promedios, octubre a diciembre 2009 – enero 2010. Sierra / San Vicente de Loja.....	54

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 cebada en San Vicente de Loja, cantón Santa Elena.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Evaluar el comportamiento agronómico de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) en las condiciones agroecológicas en San Vicente de Loja, 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 en San Vicente de Loja, 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. (2002) 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) especifica 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 períodos 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 período 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) expresa 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 meristemos; 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 la 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 1000 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 fúngicas.

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 fotoperíodo; 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 cobertera 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 amoniaco 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 la 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 superior a 4 – 5 dSm⁻¹ a 25 °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 °C, la temperatura óptima es 20 °C y la máxima entre 28 °C y 30 °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 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 kg de fósforo y 25 kg de potasio por hectárea y 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 la zona en San Vicente de Loja, cantón Santa Elena.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DEL ENSAYO

El trabajo se realizó en la finca “Las Mercedes”, propiedad del señor Ivo Ríos, como parte del proyecto “Comportamiento agronómico de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) en las condiciones de tres localidades en la Provincia de Santa Elena y con la colaboración de INIAP Santa Catalina, MAGAP y CIAP. Ubicada en San Vicente de Loja a 5 km de la comuna Olón, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, entre los meses de octubre del año 2009 y enero del 2010.

La ubicación geográfica es: 01°47’10’’ latitud sur y 80°44’55’’ longitud oeste, 8 m.s.n.m, posee un suelo franco arcilloso amarillo. Las vías de acceso corresponden a una carretera de segundo orden; para llegar a la finca se debe recorrer una distancia de 78 km partiendo de la cabecera cantonal.

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

Dos muestras representativas del suelo y agua fueron enviadas al Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Agua de la Estación Experimental INIAP, Santa Catalina, dando los siguientes resultados:

Suelo:

pH	7,3		Práctic. neutro
Nitrógeno	46	ppm	Bajo
Fósforo	67	ppm	Medio
Potasio	5,2	meq/100ml	Alto
Calcio	19,8	meq/100ml	Alto
Magnesio	7	meq/100ml	Alto
Azufre	12	ppm	Alto
Zinc	1,8	ppm	Bajo
Cobre	4,8	ppm	Alto
Hierro	14	ppm	Bajo
Manganeso	6,1	ppm	Bajo
Boro	1,7	ppm	Toxico
Materia orgánica	3,2	%	Medio
Sumatoria de bases	32	meq/100ml	

Agua:

pH	7,5	
C.E.	1,05	ds/m
Ca ⁺⁺	134	mg/l
Na ⁺	62,9	mg/l
Mg ⁺⁺	20	mg/l
K ⁺	75,5	mg/l
CO ₃ ⁻⁻	0	mg/l
CO ₃ H ⁻	347,7	mg/l
SO ₄ ⁻⁻	107,9	mg/l
Cl ⁻	134,9	mg/l

3.4 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE EL EXPERIMENTO

Las condiciones meteorológicas que se presentaron durante el experimento (cuadros 9 y 10) fueron tomadas de la Estación Meteorológica San Pedro de Manglaralto, situado a 25 km del ensayo.

Cuadro 9. Pluviosidad durante el experimento

Meses	Mm
Octubre -09	14,02
Noviembre -09	9,2
Diciembre -09	3,82
Enero -10	29,92
Promedio	14,24

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 Scarlet 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 2400 a 3200 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>Rhynchospodium 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 calor. 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 (T2), Grit (T3), Terán (T4), Clipper (T5) y Scarlett (T6). Habrá cuatro réplicas y el diseño a utilizar será bloques completamente al azar. Se muestra los grados de libertad del experimento (cuadro 14) y la figura 1 y 2, la distribución de los tratamientos y el diseño de una parcela experimental, respectivamente.

Cuadro14. Grados de libertad del experimento

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

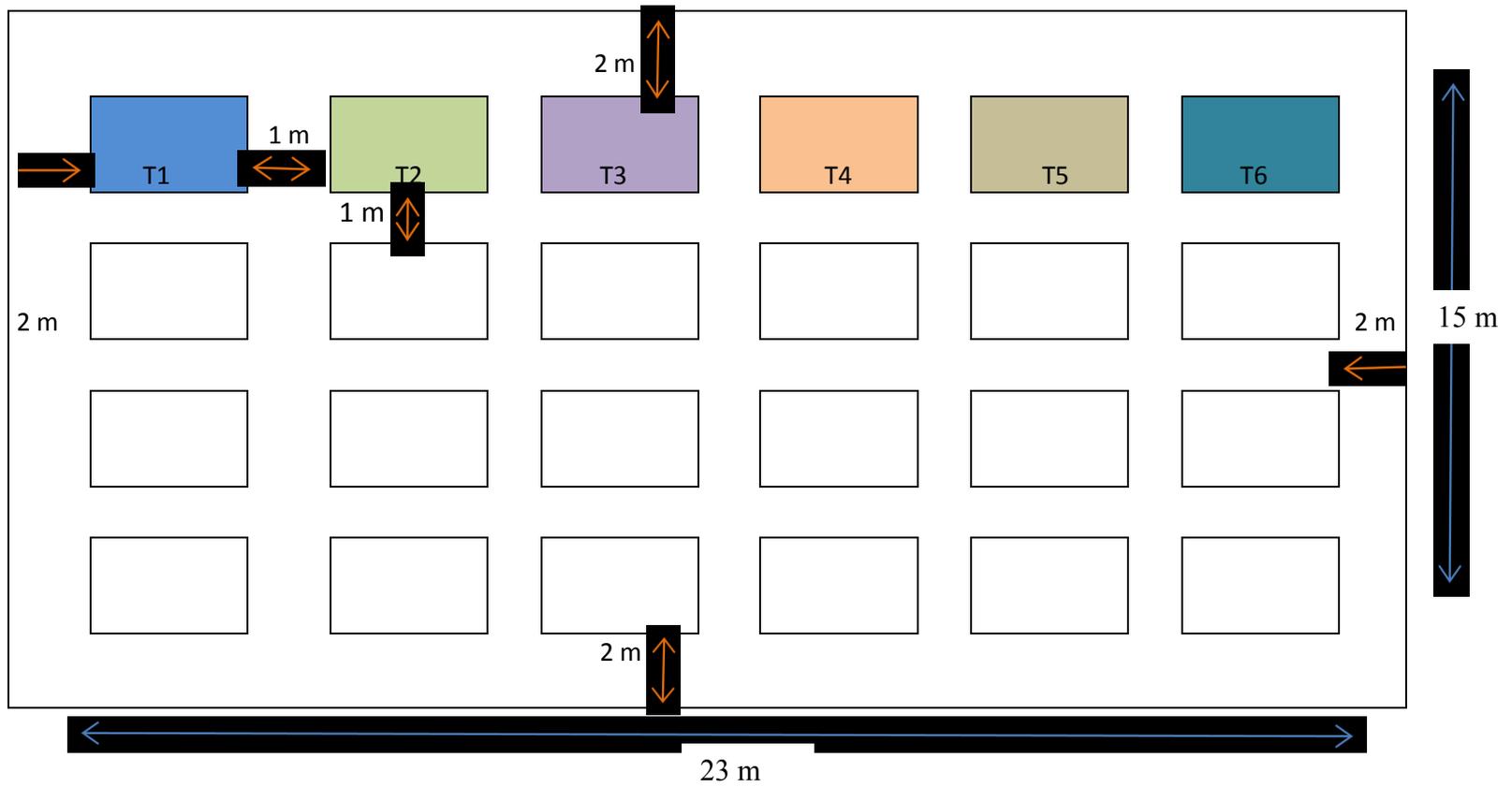


Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el campo.

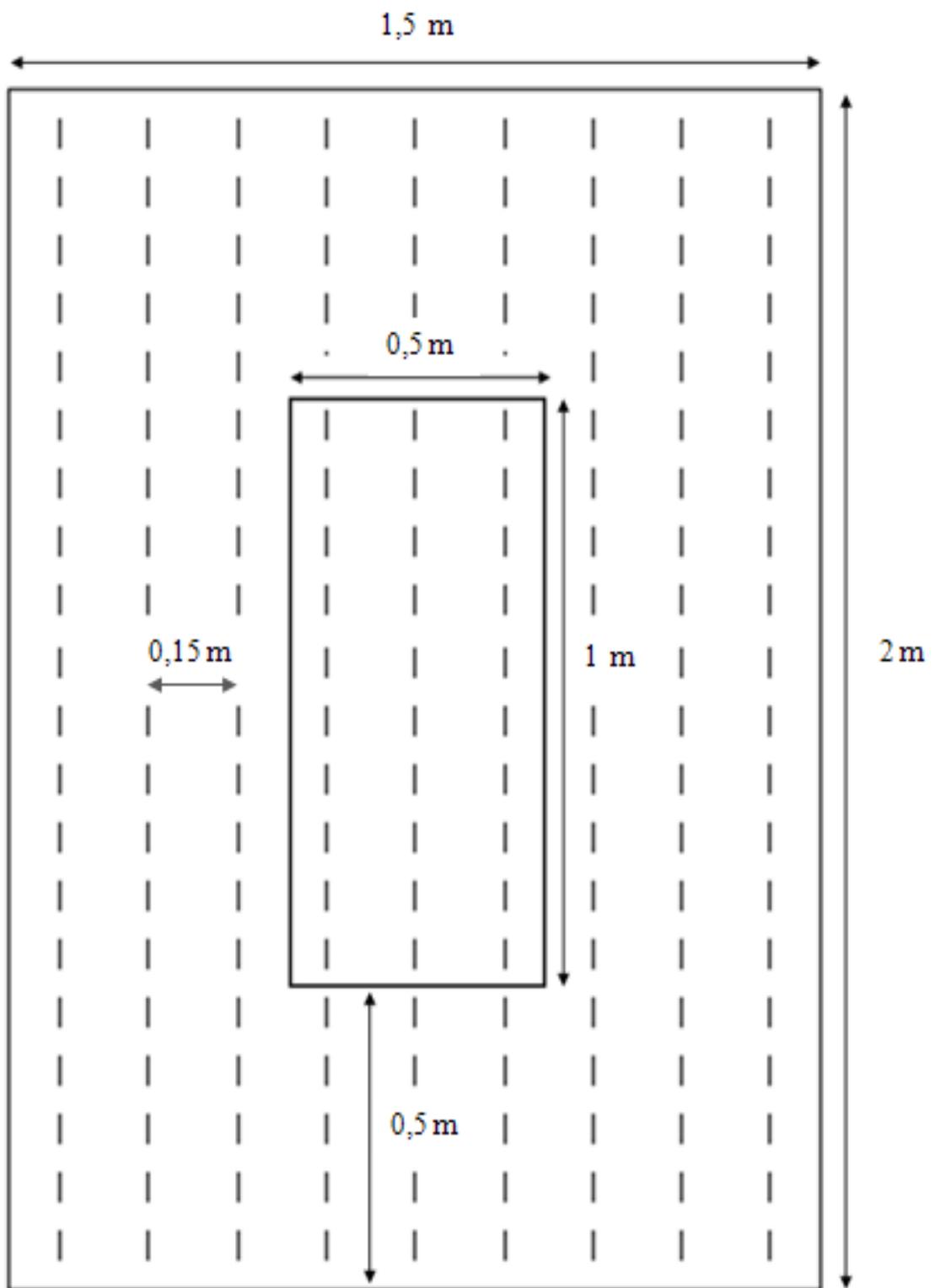


Figura 2. Diseño de la parcela experimental.

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:	1 m
s. Distancia entre bloque:	1 m
t. Distancia del borde perimetral por los 4 lados:	3 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	273 m ²

3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1 LABRANZA DE TERRENO

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 3A), 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 aspersión (figura 6A). Frecuencia de riego, dependiendo de las condiciones climáticas y de las necesidades hídricas del cultivo, se aplicó aproximadamente 2 643,2 m³ de agua, por la presencia de garúa que suplió las necesidades hídricas del cultivo.

3.7.5 FERTILIZACIÓN

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

3.7.6 CONTROL DE MALEZA

Con herbicida Barredol, aplicando 1 L por hectárea.

3.7.7 CONTROL FITOSANITARIO

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. En forma preventiva se empleo fungicida Tilt en dosis de 1 cc/L de agua para el control de roya.

3.7.8 COSECHA

No se pudo cosechar debido a la intensidad de las precipitaciones. Según el desarrollo fisiológico de las plantas, ésta debió cosecharse antes de los 110 días.

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 muestra 10 plantas del área útil de cada tratamiento, medida de la base del tallo hasta el ápice; expresado en centímetros.

3.8.1.3 Número de macollos

Número de macollos, 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, tomadas del área útil; promedio expresados en centímetros.

3.8.2 EN LA COSECHA

3.8.2.1 Peso de masa vegetativa

Se obtuvo masa vegetativa recogidas de cada uno de los tratamientos.

3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO

Por tratarse de un cultivo no tradicional en la provincia de Santa Elena y la investigación de carácter exploratorio, en el presente ensayo solo se realiza el análisis de los costos de producción.

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 expresados en días.

El análisis de varianza (cuadro 16) señala diferencia significativa entre los tratamientos. De acuerdo a la Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error (cuadro 15) se determinó que las variedades Teran (T4), Scarlett (T6), Clipper (T5) germinaron a los 3 días, siendo las más precoces; y las variedades INIAP Cañicapa (T2), Metcalfe (T1), Grit (T3) presentaron el valor más alto con 5 días, siendo el más tardío.

El coeficiente de variación 13,18% y el promedio general 4 días.

**Cuadro 15. Promedios días a la germinación,
San Vicente de Loja, agosto del 200**

Variedad	Medias
T6 Scarlett	3,25 a
T4 Terán	3,25 a
T5 Clipper	3,25 a
T1 Metcalfe	4,75 b
T2 Iniap cañicapa	4,75 b
T3 Grit	4,75 b
Media general	4
C.V.	13,18
Tukey	1,21

**Cuadro 16. Análisis de varianza días a la germinación,
San Vicente de Loja, octubre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	13,5	5	2,7	9,72	0,0003
Repetición	0,33	3	0,11	0,4	0,755
Error	4,17	15	0,28		
Total	18	23			

4.1.1.2 Días al ahijamiento

Los promedios de la variable se muestran el cuadro 17, expresados en días.

El análisis de varianza (cuadro18) señala diferencias significativas entre los tratamientos. La Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error, indica cuatro grupos estadísticos; destacándose la variedad Clipper (T5) como la más precoz, con 23,75 días; la variedad Grit (T3) es la más tardía con relación al macollamiento (cuadro 17)

El coeficiente de variación 2,78% y el promedio general 27,83 días.

**Cuadro 17. Promedios días al ahijamiento,
San Vicente de Loja, octubre del 2009**

Variedad	Medias
T5 Clipper	23,75 a
T1 Metcalfe	24 a
T6 Scarlett	25,25 a
T4 Terán	28,75 b
T2 Iniap cañicapa	31,5 c
T3 Grit	33,75 d
Media general	27,83

C.V. 2,78

Tukey 1,77

**Cuadro 18. Análisis de varianza días al ahijamiento,
San Vicente de Loja, octubre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	349,33	5	69,87	116,44	<0,0001
Repetición	1	3	0,33	0,56	0,6523
Error	9	15	0,6		
Total	359,33	23			

4.1.1.3 Días al encañado

Los promedios de la variable se muestran el cuadro 19, expresados en días.

El análisis de la varianza (cuadro 20), señala que las medias poblacionales no son iguales. La prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error (cuadro 21) divide a los tratamientos en varios grupos estadísticos; la variedad Clipper (T5), Metcalfe (T1) y Scarlet (T6) forman el primer grupo estadístico siendo el más precoz con 31,75; Terán (T4) forma el segundo grupo estadístico; Iniap cañicapa (T2) y Grit (T3) forman el tercer grupo.

El coeficiente de variación se ubicó en 2,62% y el promedio general 35,5 días.

**Cuadro 19. Promedios días al encañado,
San Vicente de Loja, noviembre del 2009**

Variedad	Medias
T5 Clipper	31,75 a
T6 Scarlett	31,75 a
T1 Metcalfe	32 a
T4 Terán	34,75 b
T2 Iniap cañicapa	41,25 c
T3 Grit	41,5 c
Media general	35,5

C.V. 2,62

Tukey 2,13

**Cuadro 20. Análisis de varianza días al encañado.
San Vicente de Loja, noviembre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	440	5	88	101,54	<0,0001
Repetición	3	3	1	1,15	0,3598
Error	13	15	0,87		
Total	456	23			

4.1.1.4 Días al espigado

El análisis de varianza (cuadro 22) denota que si hay diferencia significativa.

La Prueba de Tukey señala que existe cuatro grupos estadísticos; Clipper (T5) corresponde al primer grupo y además forma parte del segundo grupo con Metcalfe (T1) y Scarlet (T6); el tercer grupo está formado por Teran (T4); el último está formado por INIAP Cañicapa (T2) y Grit (T3). La variedad más precoz al espigado es Clipper con 65,5 días y la más tardía INIAP Cañicapa (T2) y Grit (T3) con 72,75. (cuadro 21).

El coeficiente de variación se ubico en 1,39 % y con promedio general 68,63 días.

**Cuadro 21. Valores promedios días al espigado, San Vicente de Loja,
diciembre del 2009**

Variedad	Medias
T5 Clipper	65,5 a
T1 Metcalfe	66,5 ab
T6 Scarlett	66,5 ab
T4 Terán	68 b
T3 Grit	72,5 c
T2 Iniap cañicapa	72,75 c
Media general	68,63

C.V. 1,39
Tukey 2,19

**Cuadro 22. Análisis de varianza de altura de espiga.
San Vicente de Loja, Diciembre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	204,88	5	40,98	45,11	<0,0001
Repetición	31,13	3	10,38	11,42	0,0004
Error	13,63	15	0,91		
Total	249,63	23			

4.1.1.5 Días a la maduración

Los días a la maduración no se pudo medir porque las condiciones ambientales no lo permitieron; la precipitación (garua) produjo el acame de las plantas en la etapa de espigado lo que no permitió cosechar, dando testimonio de esto el Ing. Néstor Orrala M.Sc, Director del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, tutor de esta tesis.

4.1.1.6 Altura a los 20 días

Los datos obtenidos en la variable altura de planta a los 20 días se detallan en el cuadro 23, expresados en centímetros.

La Prueba de Tukey al 5% de error señala 3 grupos estadísticos. La variedad que sobresale con la mayor altura de la planta es Terán (T4) con 43,08 cm y la variedad Grit (T5) es de menor altura con 21,99 cm. (cuadro 23).

El análisis de la varianza muestra diferencia significativa entre los tratamientos, (cuadro 24); el mismo demuestra que entre los tratamientos existe diferencia significativa.

El coeficiente de variación que está bajo los parámetros aceptables en el diseño experimental es 25,34 % y la media general 33,98 cm.

Cuadro 23. Promedios altura a los 20 días.

San Vicente de Loja, octubre del 2009

Variedad	Medias
T3 Grit	21,99 a
T6 Scarlett	28,59 ab
T5 Clipper	32,73 ab
T2 Iniap cañicapa	37,62 ab
T1 Metcalfe	39,84 ab
T4 Terán	43,08 b
Media general	33,98

C.V. 25,34

Tukey 19,78

Cuadro 24. Análisis de varianza de altura de planta a los 20 días.

San Vicente de Loja, octubre del 2009

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	1219,23	5	243,85	3,29	0,0334
Repetición	113,17	3	37,72	0,51	0,6821
Error	1111,95	15	74,13		
Total	2444,35	23			

4.1.1.7 Altura a los 40 días

Los resultados expresados en centímetros de la variable altura de planta a los 40 días se muestran en el (cuadro 25).

La Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error agrupa a los tratamientos en 3 grupos estadísticos. La variedad que sobresale con la mayor altura es Teran (T4) con 36,81 cm y la variedad Grit (T3) con la menor altura con 26,34 cm. El

coeficiente de variación está bajo los parámetros aceptables en el diseño experimental. Al realizar el análisis de varianza (cuadro 26) se encontró que existen diferencias significativas para los tratamientos.

El coeficiente de variación es de 9.03 con un promedio general 31,32 cm.

**Cuadro 25. Promedios altura a los 40 días,
San Vicente de Loja, agosto del 2009**

Variedad	Medias
T3 Grit	26,34 a
T6 Scarlett	28,64 a
T2 Iniap cañicapa	30,88 ab
T1 Metcalfe	32,59 ab
T5 Clipper	32,68 ab
T4 Terán	36,81 b
Media general	31,32
C.V.	9,03
Tukey	6,5

**Cuadro 26. Análisis de varianza de altura de planta a los 40 días.
San Vicente de Loja, noviembre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	263,15	5	52,63	6,58	0,002
Repetición	93,76	3	31,25	3,91	0,0302
Error	119,95	15	8		
Total	476,86	23			

4.1.1.8 Altura a los 60 días

Los resultados expresados en centímetros de la variable altura de planta a los 60 días se muestran en el cuadro 27.

La Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error, agrupa a los tratamientos en 4 grupos estadísticos. La variedad que sobresale con altura es Terán (T4) e INIAP Cañicapa (T2) con 43,62 cm y la variedad Grit (T3) con la menor altura 24,01. Al realizar el análisis de varianza (cuadro28) se encontró que existen diferencias significativas para los tratamientos.

El coeficiente de variación es de 10,53 con un promedio general 36,37 cm. El coeficiente de variación está bajo los parámetros aceptables en el diseño experimental (cuadro 28).

**Cuadro 27. Promedios altura a los 60 días,
San Vicente de Loja, agosto del 2009**

Variedad	Medias
T3 Grit	24,01 a
T6 Scarlett	31,63 ab
T5 Clipper	37,47 bc
T1 Metcalfe	37,79 bc
T4 Terán	43,62 c
T2 Iniap cañicapa	43,62 c
Media general	36,36
C.V.	10,53
Tukey	8,79

**Cuadro 28. Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días.
San Vicente de Loja, octubre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	1134,89	5	226,98	15,5	<0,0001
Repetición	0,47	3	0,16	0,01	0,9984
Error	219,69	15	14,65		
Total	1355,05	23			

4.1.1.9 Número de macollos a los 20 días

Los resultados obtenidos en la variable número de macollos por planta a los 20 días, se especifican en el (cuadro 29), determinándose que el mejor promedio lo consiguió la variedad Grit (T3) con 2,3 macollos por planta y el más bajo lo obtuvo la variedad Scarlett (T6) con 1,18 macollos por planta.

Según el análisis de la varianza (cuadros 30) al 5 % de margen de error, los resultados no expresan una diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación es 29,33 % y la media general es 1,88 macollos por planta.

**Cuadro 29. Promedios números de macollos,
San Vicente de Loja, diciembre del 2009**

Variedad	Medias
T6 Scarlett	1,18 a
T1 Metcalfe	1,75 a
T4 Terán	1,95 a
T5 Clipper	1,98 a
T2 Iniap cañicapa	2,1 a
T3 Grit	2,3 a
Media general	1,88
C.V.	29,33
Tukey	1,26

**Cuadro 30. Análisis de varianza números de macollos a los 20 días.
San Vicente de Loja, diciembre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	3,01	5	0,6	1,99	0,1386
Repetición	1,18	3	0,39	1,3	0,3113
Error	4,54	15	0,3		
Total	8,73	23			

4.1.1.10 Número de macollos encañados a los 40 días

Los resultados obtenidos en la variable número de encañados por planta a los 40 días se especifican en el cuadro 31 pudiéndose determinar que el mejor promedio lo consiguió la variedad Metcalfe (T1) con 1,43 encañados por planta y el más bajo lo obtuvo la variedad Clipper (T5) con 0,7 encañados por planta.

Según el análisis de la varianza (cuadros 32) al 5 % de margen de error, los resultados no expresan una diferencia significativa entre los tratamientos.

El coeficiente de variación es 41,8 % y la media general es 1,07 encañados por planta.

**Cuadro 31. Promedios números de macollos encañados a los 40 días,
San Vicente de Loja, diciembre del 2009**

Variedad	Medias
T5 Clipper	0,7 a
T6 Scarlett	0,78 a
T3 Grit	1,05 a
T4 Terán	1,13 a
T2 INIAP Cañicapa	1,35 a
T1 Metcalfe	1,43 a
Media general	1,07
CV	41,8
Tukey	1,02

**Cuadro 32. Análisis de varianza números de macollos encañado a los 40 días.
San Vicente de Loja, diciembre del 2009**

F.V.	SC	GL	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	1,73	5	0,35	1,72	0,1897
Repetición	0,76	3	0,25	1,26	0,3232
Error	3	15	0,2		
Total	5,49	23			

4.1.1.11 Número de macollos encañado a los 60 días

Los resultados obtenidos en la variable número de macollos encañados por planta a los 60 días, se especifican en el cuadro 33. En ellos se pudo determinar que el mejor promedio lo consiguió la variedad Terán (T4), con 2,03 macollos encañados por planta y el más bajo la variedad Scarlett (T6), con 1,35 macollos encañados por planta.

Según el análisis de la varianza (cuadros 34) y al 5 %, los resultados no expresan una diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación es 23,68 % y la media general es 1,65 encañados por planta.

Cuadro 33. Promedios números de macollos encañados a los 60 días,

San Vicente de Loja, diciembre del 2009

Variedad	Medias
T6 Scarlett	1,35 a
T2 Iniap cañicapa	1,38 a
T3 Grit	1,53 a
T1 Metcalfe	1,8 a
T5 Clipper	1,83 a
T4 Terán	2,03 a
Media general	1,65 a

CV 23,68

Tukey 0,89

Cuadro 34. Análisis de varianza números de macollos encañado a los 60 días.

San Vicente de Loja, diciembre del 2009

F.V.	SC	gl	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	1,5	5	0,3	1,97	0,1428
Repetición	1,49	3	0,5	3,25	0,0514
Error	2,29	15	0,15		
Total	5,28	23			

4.1.2 EN LA COSECHA

4.1.2.1 Peso de masa vegetativa

Los resultados expresados en kilogramos de peso de masa vegetativa se muestran en el (cuadro 35).

Al realizar el análisis de varianza (cuadro 36) se encontró que existen diferencias significativas para los tratamientos; la Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error agrupa a los tratamientos en 4 grupos estadísticos. La variedad que sobresale por el mayor peso es Grit (T3) con 18 933 kg/ha; y, la de menor peso es Scarlett (T6) con 5 833 kg/ha. El coeficiente de variación es 26,95 % y la media general es 4,29 kg.

**Cuadro 35. Promedios peso de masa vegetativa
San Vicente de Loja, Enero del 2010**

Variedad	Medias
T6 Scarlett	1,75 a
T5 Clipper	2,43 ab
T4 Terán	4,76 bc
T1 Metcalfe	5,51 c
T2 Iniap cañicapa	5,65 c
T3 Grit	5,68 c
Media general	4,29

C.V. 26,95

Tukey 2,66

**Cuadro 36. Análisis de varianza peso de masa vegetativa,
San Vicente de Loja, Enero del 2010**

F.V.	SC	gl	CM	Fcal	Ftab.
Variedad	61,45	5	12,29	9,16	0,0004
Repetición	5,73	3	1,91	1,43	0,2746
Error	20,12	15	1,34		
Total	87,3	23			

4.1.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro 37 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 es \$ 715,24/ha el cual se relaciona con los costo de producción de la Sierra con promedio de \$ 600; considerando el 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.

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	420,71	0,42	176,7
- Agroquimicos				
Insecticida Piryclor (clorpirifos)	L	2,77	17,48	48,41
Fungicida Tilt (propiconazol)	L	2,77	32,00	88,64
Herbicida Barredol	L	1,00	7,50	7,50
- Agua de riego	m ³	2643.2	0,03	79,29
- Combustible	galón	17.21	1,48	25,48
Sub - total (2)				539,24
3. Mano de obra				
- Siembra	jornal	2	8,00	16,00
- Aplicación de fertilizantes	jornal	2	8,00	16,00
- Control fitosanitario	jornal	4	8,00	32,00
Sub - total (3)				56,00
Total (1+2+3)				715,24

4.2 DISCUSIÓN

En el lugar donde se desarrolló el experimento existen antecedentes de un cultivo de trigo (*Triticum vulgare L.*), el mismo que no llega a la maduración por exceso de lluvias. Las primeras etapas vegetativa mostraron un adecuado comportamiento es decir las condiciones agroecológicas fueron satisfactoria, coincidiendo con el CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES CIREN CL (1989) (pag.14) manifiesta que este cultivo es capaz de desarrollarse con temperaturas optimas entre 19 a 26 °C.

La zona de San Vicente de Loja se caracteriza por presentas un cielo nublado que ocasiona una lluvia menuda persistente (garua), que muchas veces duran algunos días. Lo descrito coinciden con la etapa de espigado ocasionando el acame de las plantas, lo que determino no alcanzar la etapa de maduración.

La figura 3, nos indica que existe diferencia de 11°C entre temperaturas de la sierra y Sinchal entre los meses de octubre a enero, REYNOLDS M. *et al* (2000, en línea), expresa que por estrés de temperatura alta se refleja una disminución del ciclo de vida de la planta.

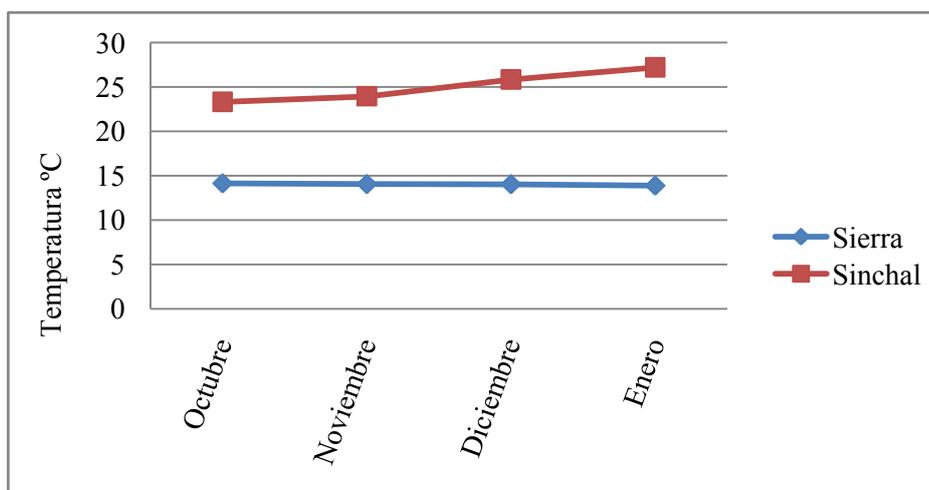


Figura 3. Comparación de temperaturas promedio, octubre a diciembre 2009 – enero 2010. Sierra / San Vicente de Loja.

Haciendo la comparación de los resultados del presente ensayo con los obtenidos en el 2009 en la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, Pichincha, cuadro 38 se determina que las etapas fenológicas de las variedades en estudio son mayores en la Sierra, demostrando que los factores agroecológicos influyen comportamiento de las variedades en estudio.

Cuadro 38. Características morfológicas, Sierra/San Vicente de Loja

Variedades	Características	Sierra	San Vicente
Metcalf	Altura de planta (cm)	70	37,79
	Número de macollos	6,25	1.75
	Días al espigado	100	66,5
	Peso de mil semillas (g)	--	
INIAP- Cañicapa 03	Altura de planta (cm)	103	43,62
	Número de macollos	5,75	2.1
	Días al espigado	97	72,75
	Peso de mil semillas (g)	63,7	
Grit	Altura de planta (cm)	70	24,01
	Número de macollos	7,5	2.3
	Días al espigado	101	72,5
	Peso de mil semillas (g)	39,3	
Clipper	Altura de planta (cm)	75	37,47
	Número de macollos	7,25	1.97
	Días al espigado	90	65,5
	Peso de mil semillas (g)	48	
Scarlett	Altura de planta (cm)	63	31,63
	Número de macollos	7,5	1.17
	Días al espigado	101	66.50
	Peso de mil semillas (g)	36,2	

Los resultados experimentales no permiten analizar la hipótesis planteada dejando abierta la misma para futuras investigaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante los resultados de los análisis estadísticos y las condiciones agroecológicas donde se desarrollo el experimento se concluye:

- Durante los meses de octubre a diciembre las condiciones climatológicas (humedad, precipitación) de San Vicente de loja no fueron las apropiadas tanto por su alta humedad y su alta precipitación.
- Las variedades evaluadas en San Vicente de Loja, presentaron un ciclo vegetativo más corto en comparación a la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, Pichincha.
- Las variedades Terán (T6) y Metcalfe (T5) hasta los cuarenta días presentaron las mejores características agronómicas; las condiciones climáticas (precipitaciones) acamaron las plantas terminada la fase de ahijamiento, quedando inconcluso el presente estudio.
- Las densidades de siembra utilizadas (153 kg/ ha de forma manual a chorro continuo, colocando las semillas en hileras individuales a 15 cm), no son las más adecuadas, aunque son las mismas que se utilizan en la Sierra, pudiendo esto motivar a futuros estudios.

De acuerdo a estas condiciones se recomienda:

1. Continuar con los estudios de este cultivo en otra época del año. En los cultivares Clipper, Scarlett, Metcalfe que sobresalieron en otras condiciones agroecológicas de la provincia de Santa.
2. Implementar una red meteorológica en la provincia de Santa Elena, para así tener datos específicos del clima y, por lo tanto verificar su influencia en la fisiología de las plantas.

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 R. O. SLATYER. 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/bfisiol1.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.

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

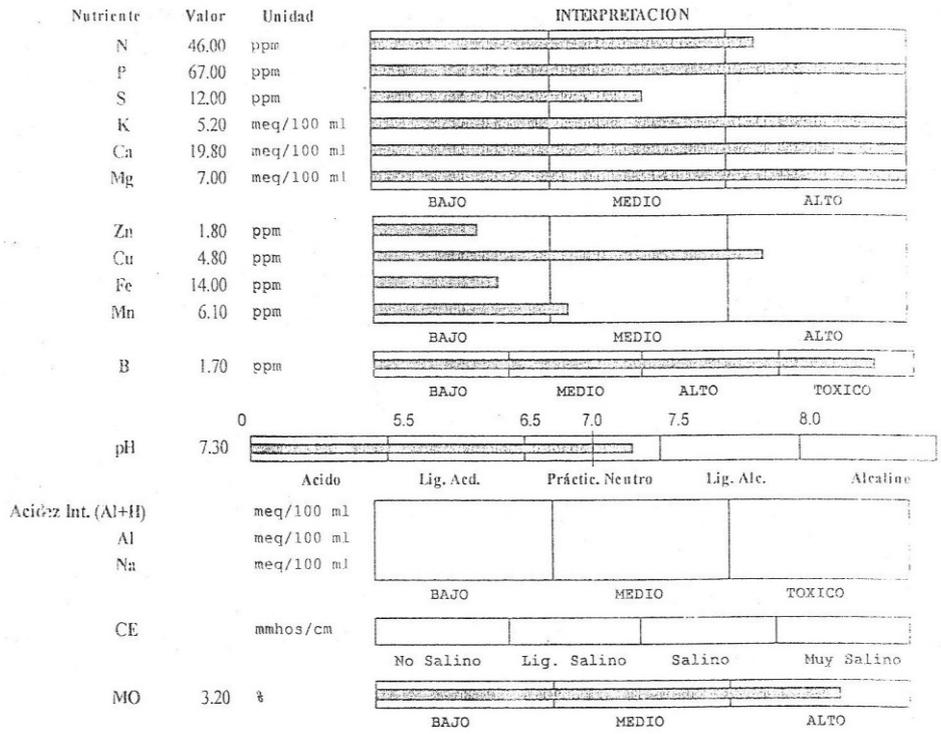
- Cuadro 1A.** Análisis del suelo
- Cuadro 2A.** Análisis químico del agua
- Cuadro 3A.** Medias generales de días a la germinación, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 4A.** Medias generales de días al ahijamiento, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 5A.** Medias generales de días al encañado, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 6A.** Medias generales de días al espigado, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 7A.** Medias generales de número de días a la maduración, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 8A.** Medias generales de altura de planta a los 20 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 9A.** Medias generales de altura de planta a los 40 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 10A.** Medias generales de altura de planta a los 60 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
- Cuadro 11A.** Medias generales de número de macollos a los 20 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009
-
- Figura 1A** Arado del terreno
- Figura 2A.** Medición del área a sembrar y colocación de estacas
- Figura 3A.** Siembra
- Figura 4A** Etapa de germinación
- Figura 5A.** Desarrollo del cultivo
- Figura 6A.** Riego
- Figura 7A.** Etapa de ahijamiento

- Figura 8A.** Medición altura de planta
- Figura 9A.** Etapa del espigado
- Figura 10A.** Acamado
- Figura 11A.** Control de plagas y enfermedades
- Figura 12A.** Pudrición

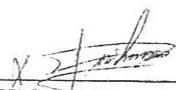
ANEXOS

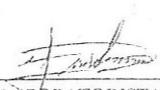
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : IBO RIOS Dirección : PENINSULA SANTA ELENA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : LA MECEDITA Provincia : PENINSULA SANTA ELENA Cantón : PENINSULA SANTA ELENA Parroquia : Ubicación : ING. ESTEBAN FALCONI</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : TRIGO Cultivo Anterior : SANDIA Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : M2</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 1.174 N° Muestra Lab. : 44990 Fecha de Muestreo : 26/08/2009 Fecha de Ingreso : 01/09/2009 Fecha de Salida : 21/09/2009</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2,8	1,3	5,2	32,0			20	42	38
						Franco-Arcillo-Limoso		


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Cuadro 1A. Análisis de suelos



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:
 Nombre del remitente:
 Nombre de la Granja
 Localización

IBO RIOS
 ING. ESTEBAN FALCONI
 LA MERCEDITA
 P. SANTA ELENA P. STA. ELENA
 Parroquia Cantón Provincia

Fecha de muestreo: 26-08-09
 Muestra: AGUA
 Fecha ingreso Laboratorio: 18-09-09
 Fecha de entrega: 21/09/2009

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUAS

No. Muestra Lab.	Identificación del lote	ds/m CE	mg/l										pH	RAS	Mg/l Ca CO ₃ DUREZA
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe	B			
129	S. Vicente de Loja	1.05	134.0	20.0	62.9	75.5	0	347.7	134.9	107.9		0.61	7.5	1.3 B	417.2 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:

X

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

Cuadro 2A. Análisis químico del agua

Cuadro 3A. Medias generales de días a la germinación, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	5	4	5	5	19	4,75
T2 Iniap cañicapa	5	5	4	5	19	4,75
T3 Grit	5	5	4	5	19	4,75
T4 Terán	3	3	4	3	13	3,25
T5 Clipper	3	4	3	3	13	3,25
T6 Scarlett	3	4	3	3	13	3,25

Cuadro 4A. Medias generales de días al ahijamiento, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	23	24	24	25	96	24
T2 Iniap cañicapa	31	32	32	31	126	31,5
T3 Grit	33	34	34	34	135	33,75
T4 Terán	30	28	28	29	115	28,75
T5 Clipper	24	25	23	23	95	23,75
T6 Scarlett	25	26	25	25	101	25,25

Cuadro 5A. Medias generales de días al encañado, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	31	31	33	33	128	32
T2 Iniap cañicapa	40	41	42	42	165	41,25
T3 Grit	41	41	42	42	166	41,5
T4 Terán	36	34	34	35	139	34,75
T5 Clipper	30	33	32	32	127	31,75
T6 Scarlett	32	32	32	31	127	31,75

Cuadro 6A. Medias generales de días al espigado, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	65	67	67	67	266	66,5
T2 Iniap cañicapa	70	73	73	75	291	72,75
T3 Grit	70	72	74	74	290	72,5
T4 Terán	65	69	69	69	272	68
T5 Clipper	65	67	65	65	262	65,5
T6 Scarlett	65	67	67	67	266	66,5

Cuadro 7A. Medias generales de número de días a la maduración, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	7	13	12,5	16	48,5	12,125
T2 Iniap cañicapa	10	11	14	15	50	12,5
T3 Grit	8.5	12.5	16	13	29	12,5
T4 Terán	12	12	8	10	42	10,5
T5 Clipper	5	9	4,5	3	21,5	5,375
T6 Scarlett	4	5.5	2	4	15,5	3,88

Cuadro 8A. Medias generales de altura de planta a los 20 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	16,5	15,9	26,34	14,4	73,14	18,285
T2 Iniap cañicapa	13	20,48	21,14	16,63	71,25	17,81
T3 Grit	11,55	12,1	10,6	7,29	41,54	10,39
T4 Terán	18,05	21,65	19	23,76	82,46	20,615
T5 Clipper	21,4	11,4	11,9	16,25	60,95	15,2375
T6 Scarlett	11,8	14,35	13,2	15,38	54,73	13,6825

Cuadro 9A. Medias generales de altura de planta a los 40 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	33,95	44,9	35,7	32,55	147,1	36,775
T2 Iniap cañicapa	36,61	36,62	36,14	27,4	136,77	34,19
T3 Grit	26,58	34,14	29,86	27,8	118,38	29,6
T4 Terán	44,06	42,22	38,46	36,6	161,34	40,335
T5 Clipper	35,1	35,1	36,76	38,17	145,13	36,2825
T6 Scarlett	33,53	34,83	31,56	27,9	127,82	31,955

Cuadro 10A. Medias generales de altura de planta a los 60 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	34,65	35,9	39,92	40,7	151,17	37,7925
T2 Iniap cañicapa	46,76	42,54	43,11	42,08	174,49	43,62
T3 Grit	25,76	21,09	24,24	24,94	96,03	24
T4 Terán	37,38	47,25	42,15	47,7	174,48	43,62
T5 Clipper	44,09	36,28	33,96	35,56	149,89	37,4725
T6 Scarlett	30,7	33,9	34,73	27,18	126,51	31,6275

Cuadro 11A. Medias generales de número de macollos a los 20 días, San Vicente de Loja - Manglaralto 2009

Tratamientos	Bloques				Σ	Promedio
	I	II	III	IV		
T1 Metcalfe	1,3	1,6	2,3	1,8	7	1,75
T2 Iniap cañicapa	1,6	2	1,9	2,9	8,4	2,1
T3 Grit	1,3	2	3,3	2,6	9,2	2,3
T4 Terán	1,5	2,7	1,7	1,9	7,8	1,95
T5 Clipper	2,2	2,6	2	1,1	7,9	1,975
T6 Scarlett	1,1	1,1	1,2	1,3	4,7	1,175

Figura 1A. Arado del terreno



Figura 2A. Medición del área a sembrar y colocación de estacas



Figura 3A. Siembra



Figura 4. Etapa de germinación



Figura 5A. Desarrollo del cultivo



Figura 6A. Riego



Figura 7A. Etapa de ahijamiento



Figura 8A. Medición altura de planta



Figura 9A. Etapa del espigado



Figura 10A. Acamado



Figura 11A. Control de plagas y enfermedades



Figura 12A. Pudrición

